

# Qualitätsparameter in der SB-Vermarktung

Schriftenreihe, Heft 42/2011



# Qualitätsparameter zur Eignung von Schweinefleisch in Selbstbedienungs-(SB)-Verpackungen

Dr. Carsten Barbe, Dr. Karsten Westphal

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung und Problemstellung .....</b>             | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>Material und Methoden .....</b>                      | <b>10</b> |
| 2.1      | Vorversuche zur Bestimmung des Safthaltevermögens ..... | 10        |
| 2.2      | Untersuchungen von Reinzuchttieren .....                | 11        |
| 2.3      | Untersuchungen an Kreuzungstieren.....                  | 13        |
| 2.4      | Methodenbeschreibung .....                              | 15        |
| <b>3</b> | <b>Ergebnisse und Diskussion .....</b>                  | <b>21</b> |
| 3.1      | Ergebnisse der Vorversuche.....                         | 21        |
| 3.2      | Ergebnisse der Untersuchungen an Reinzuchttieren .....  | 28        |
| 3.3      | Ergebnisse der Untersuchungen an Kreuzungstieren.....   | 57        |
| <b>4</b> | <b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....</b>     | <b>73</b> |
| <b>5</b> | <b>Literaturverzeichnis .....</b>                       | <b>75</b> |

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1:  | Einflüsse auf die Fleischqualität .....   | 8  |
| Abbildung 2:  | Messlinie im I-Punkt-Messverfahren .....  | 16 |
| Abbildung 3:  | Messstellen beim 2-Punkt-Messverfahren .....  | 16 |
| Abbildung 4:  | Bestimmung des Presssaftverlustes nach Grau und Hamm mit dem Braunschweiger Besteck .....   | 17 |
| Abbildung 5:  | Bag-Methode; Verpackung der Fleischscheibe .....  | 18 |
| Abbildung 6:  | Bag-Methode; Lagerung der verpackten Proben im Kühlschrank .....  | 18 |
| Abbildung 7:  | Schweinefleischproben mit unterschiedlichen Tropfsaftverlusten .....  | 19 |
| Abbildung 8:  | EZ-Driploss-Methode; Probenahme .....   | 19 |
| Abbildung 9:  | EZ-Driploss-Gefäß; modifiziert .....  | 19 |
| Abbildung 10: | EZ-Driploss-Gefäß; original .....   | 20 |
| Abbildung 11: | EZ-Driploss-Gefäß (modifiziert) mit Probe .....   | 20 |
| Abbildung 12: | EZ-Driploss-Gefäß (original) mit Probe .....  | 20 |
| Abbildung 13: | Lagerung der Driploss-Proben im Kühlschrank .....   | 20 |
| Abbildung 14: | Fleischprobe in SB-Verpackung .....   | 21 |
| Abbildung 15: | Vergleich von Doppelbestimmungen für Tropfsaftverlust 24 h-48 h p. m. der beiden Methoden (EZ-Driploss und Bag) .....                                     | 24 |
| Abbildung 16: | Schweinefleischscheibe vom Rückenmuskel mit inhomogener Farbhelligkeit .....  | 25 |
| Abbildung 17: | Gegenüberstellung der Doppelbestimmungen der Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM .....   | 26 |
| Abbildung 18: | Gegenüberstellung von Filterpapier-Pressmethode und Tropfsaftverlust der SB-Verpackung nach Lagerung von sieben Tagen (n=128) .....                       | 27 |
| Abbildung 19: | Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p.m. und Tropfsaftverlust der SB-Verpackung nach Lagerung von sieben Tagen (n=128) .....                               | 27 |
| Abbildung 20: | Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p.m. und Tropfsaftverlust 24-48 h p.m. der Bag-Methode (n=128) .....   | 28 |
| Abbildung 21: | Gegenüberstellung von Py-Werten 24 h p. m., im Labor am Rückenstück gemessen, und Tropfsaftverlusten (Bag-Methode, LPA, 24-48 h p. m.) .....              | 29 |
| Abbildung 22: | Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p. m., im Schlachthof am Schlachtkörper gemessen, und Tropfsaftverlust (Bag-Methode, 24-48 h p. m.) .....              | 30 |
| Abbildung 23: | Gegenüberstellung der Py-Werte, 24 h p. m. am Schlachtkörper und am ausgelösten Rückenstück gemessen .....  | 30 |
| Abbildung 24: | Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p. m., im Labor am Rückenstück gemessen, und Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, 24-192 h p. m.) .....                    | 31 |
| Abbildung 25: | Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p. m., im Schlachthof am Schlachtkörper gemessen, und Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, 24-192 h p. m.) .....           | 32 |
| Abbildung 26: | Gegenüberstellung von Leitfähigkeitwert 24 h p. m., im Schlachthof am Schlachtkörper gemessen, und Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, 24-192 h p. m.) ..... | 32 |
| Abbildung 27: | Korrelationen zwischen den Py-Werten 24 h p. m. und der Leitfähigkeit 24 h p. m. ....   | 33 |
| Abbildung 28: | Vergleich des Tropfsaftverlustes der verschiedenen Methoden in Verlaufsdarstellung .....  | 33 |
| Abbildung 29: | Gegenüberstellung der Tropfsaftverluste (DV) der beiden mit der Bag-Methode untersuchten Fleischscheibe .....   | 34 |
| Abbildung 30: | Gegenüberstellung von Farbhelligkeitswerten L* und Tropfsaftverlusten (Bag-Methode, LPA) 24-48 h p.m. ....  | 35 |
| Abbildung 31: | Gegenüberstellung von Farbhelligkeitswerten L* 24 h p. m. und Tropfsaftverlusten (SB-verpackung) nach siebentägiger Lagerung .....                        | 36 |
| Abbildung 32: | Farbhelligkeitswert L* nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300 .....   | 37 |
| Abbildung 33: | Rotton a* nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300 .....  | 37 |
| Abbildung 34: | Gegenüberstellung von pH-Werten 24 h p.m. und Tropfsaftverlusten 24-48 h p.m. (Bag, LPA ) und 24-192 h p.m. (SB) .....                                    | 38 |
| Abbildung 35: | Einteilung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag-Methode) der LPA-Tiere in verschiedene Größenordnungen .....  | 41 |

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Abbildung 36: | Streuung der pH-Werte 45 min p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (BAG), jeweils am Rückenmuskel gemessen .....                       | 42 |
| Abbildung 37: | Streuung der pH-Werte 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen .....                         | 43 |
| Abbildung 38: | Streuung der pH-Werte 45 min p. m. (Schinken/ph2_s) zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Rückenmuskel).....                                | 44 |
| Abbildung 39: | Streuung der pH-Werte 24 h p. m. (Schinken/ph2_s) zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Rückenmuskel).....                                  | 44 |
| Abbildung 40: | Streuung der Leitfähigkeitswerte 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen.....               | 45 |
| Abbildung 41: | Streuung der Py-Werte 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen .....                         | 47 |
| Abbildung 42: | Streuung der Farbhelligkeitswerte (Opto-Star) 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen ..... | 49 |
| Abbildung 43: | Boxplot-Diagramm des Tropfsaftverlustes der drei MHS-Genkonstruktionen .....  | 54 |
| Abbildung 44: | Boxplot-Diagramm des Tropfsaftverlustes der verschiedenen genetischen Konstruktionen .....  | 54 |
| Abbildung 45: | Verlauf der Tropfsaftverluste der Bag-Methode .....   | 58 |
| Abbildung 46: | Einteilung der Tropfsaftverluste der SB-verpackten Fleischscheibe in verschiedene Größenordnungen .....                                   | 58 |
| Abbildung 47: | Einteilung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag-Methode) und 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) nach Gruppen.....                         | 60 |
| Abbildung 48: | Gegenüberstellung von Py-Werten 24 h p. m. und Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m. (Bag-Methode), nach Gruppen geordnet.....                 | 61 |
| Abbildung 49: | Prozentualer Anteil der Gruppen, bezogen auf die genetische Konstruktion .....  | 62 |
| Abbildung 50: | Gegenüberstellung der Py-Werte 24 h p. m. und der Tropfsaftverluste 24-192 h p. m. (SB-Verpackung), nach Gruppen geordnet.....            | 63 |
| Abbildung 51: | Prozentualer Anteil der Gruppen, bezogen auf die genetische Konstruktion .....  | 64 |
| Abbildung 52: | Farbhelligkeitswert L* nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300.....                                | 64 |
| Abbildung 53: | Rotton a* nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300 .....  | 65 |
| Abbildung 54: | Gegenüberstellung der Farbhelligkeitswerte L* 24 h p. m. und der Tropfsaftverluste (Bag-Methode) 24-48 h p.m. ....                        | 66 |
| Abbildung 55: | Prozentualer Anteil der Gruppen (DV 24-48 h p.m. Bag/L*-Wert 24 h p. m.), bezogen auf die genetische Konstruktion.....                    | 66 |
| Abbildung 56: | Gegenüberstellung der Farbhelligkeitswerte L* 24 h p. m. und der Tropfsaftverluste (SB-Verpackung) 24-192 h p.m. ....                     | 68 |
| Abbildung 57: | Prozentualer Anteil der Gruppen (DV 24-192 h p.m. SB/L*-Wert 24 h p. m.), bezogen auf die genetische Konstruktion.....                    | 69 |
| Abbildung 58: | Intramuskuläre Fettgehalte, bezogen auf die genetische Konstruktion .....   | 71 |
| Abbildung 59: | Zuordnung der Proben in die in Tabelle 58 beschriebenen Qualitätsgruppen, bezogen auf die Jahreszeit .....                                | 72 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1:  | Schlachtkörperwarmgewicht der Tiere in kg .....   | 11 |
| Tabelle 2:  | Verteilung der Handelsklassen auf die genetische Konstruktion.....  | 11 |
| Tabelle 3:  | Anzahl der Tiere, bezogen auf die Rasse und Handelsklasseneinstufung .....  | 12 |
| Tabelle 4:  | Anzahl der Tiere, bezogen auf das Geschlecht .....  | 12 |
| Tabelle 5:  | Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung .....   | 13 |
| Tabelle 6:  | Anzahl, Herkunft und Geschlecht der Tiere .....   | 13 |
| Tabelle 7:  | Alter der Tiere in Tagen .....  | 14 |
| Tabelle 8:  | Schlachtkörperwarmgewicht der Tiere in kg .....   | 14 |
| Tabelle 9:  | Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung, bezogen auf das Geschlecht.....  | 14 |
| Tabelle 10: | Verteilung der Schlachtkörper hinsichtlich Handelsklassen .....   | 15 |
| Tabelle 11: | Verteilung der Handelsklassen auf die genetische Konstruktion.....  | 15 |
| Tabelle 12: | Qualitätsparameter der Fleischproben (Rückenmuskel) im Vorversuch .....   | 21 |
| Tabelle 13: | Vergleich von Bag- und EZ-Driploss-Methode (Mittelwerte) .....  | 22 |
| Tabelle 14: | Vergleich von Bag- und modifizierter EZ-Driploss-Methode (Mittelwerte).....   | 22 |
| Tabelle 15: | Vergleich von Bag- und Original-EZ-Driploss-Methode (Mittelwerte).....  | 23 |
| Tabelle 16: | Abweichung der Doppelbestimmungen vom Mittelwert (24-48 h p. m.) .....  | 23 |
| Tabelle 17: | Korrelationen zwischen der Bag- und der EZ-Driploss-Methode .....   | 24 |
| Tabelle 18: | Korrelationen zwischen dem Tropfsaftverlust (Bag-Methode) und anderen Qualitätsparametern .....   | 25 |
| Tabelle 19: | Ergebnisse der Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM.....  | 26 |
| Tabelle 20: | Korrelationen zwischen der Filterpapier-Pressmethode und anderen Fleischqualitätsparametern.....  | 26 |
| Tabelle 21: | Beschreibende Statistik von ausgewählten Fleischqualitätsparametern .....   | 29 |
| Tabelle 22: | Farbwerte (L*, a*, b*) nach 24 h und 192 h p. m.....  | 36 |
| Tabelle 23: | Korrelationen zwischen verschiedenen Fleischqualitätsparametern und den Tropfsaftverlusten (DV) .....   | 39 |
| Tabelle 24: | Korrelationen zwischen den Tropfsaftverlusten der Bag-Methode und dem Tropfsaftverlusten der SB-verpackten Scheibe nach siebentägiger Lagerung .....  | 39 |
| Tabelle 25: | MHS-Genstatus der untersuchten Tiere.....   | 40 |
| Tabelle 26: | Höhe des Tropfsaftverlustes aus den LPA-Daten .....   | 40 |
| Tabelle 27: | beschreibende Statistik der pH-Werte (45 min/24 h) am Kotelett und Schinken gemessen .....  | 41 |
| Tabelle 28: | Korrelation der pH-Werte (45 min/24 h) am Kotelett und Schinken gemessen zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode).....  | 41 |
| Tabelle 29: | Gruppeneinteilung der pH-Werte 45 min p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion .....          | 42 |
| Tabelle 30: | MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere, bezogen auf pH-Wert-Gruppen.....  | 43 |
| Tabelle 31: | Beschreibende Statistik der Leitfähigkeit (45 min p. m./24 h p. m.), am Rückenmuskel und Schinken gemessen .....  | 45 |
| Tabelle 32: | Korrelation der Leitfähigkeit (24 h/48 h) am Kotelett und Schinken gemessen zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode).....   | 45 |
| Tabelle 33: | Gruppeneinteilung der Leitfähigkeitswerte 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion ..... | 46 |
| Tabelle 34: | MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere, bezogen auf Leitfähigkeitsgruppen .....   | 46 |
| Tabelle 35: | Beschreibende Statistik der Parameter intramuskulärer Fettgehalt (imf), Farbhelligkeit (opto) und Impedanz/Py-Wert (Kotelett und Schinken).....   | 47 |
| Tabelle 36: | Korrelation der Parameter imf, Optostar und Impedanz/Kotelett, Schinken) zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode).....  | 47 |
| Tabelle 37: | Gruppeneinteilung der pH-Werte 45 min p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag) , jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion .....         | 48 |
| Tabelle 38: | MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere, bezogen auf Py-Gruppen .....  | 48 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabelle 39: | Gruppeneinteilung der Farbhelligkeitswerte (Opto-Star, Grenzwert von 55) 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion .....                                | 49 |
| Tabelle 40: | Gruppeneinteilung der Farbhelligkeitswerte (Opto-Star, Grenzwert von 60) 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion .....                                | 50 |
| Tabelle 41: | Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der Bag-Fleischscheibe (DV 24-48 h p. m.) durch die Fleischqualitätsparameter pH-Wert 45 min p. m., Leitfähigkeit 24 h p. m. und Py-Wert 24 h p. m., jeweils am Rückenmuskel gemessen.....                  | 51 |
| Tabelle 42: | Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der Bag-Fleischscheibe (DV 24-48 h p. m.) durch die Fleischqualitätsparameter pH-Wert 45 min p. m., Leitfähigkeit 24 h p. m. und Py-Wert 24 h p. m., jeweils am Rückenmuskel gemessen, in Kombination ..... | 52 |
| Tabelle 43: | Korrelation zwischen den verschiedenen Qualitätsparametern .....  | 52 |
| Tabelle 44: | Zusammenstellung der Qualitätsparameter, bezogen auf die genetische Konstruktion.....   | 53 |
| Tabelle 45: | Beschreibende Statistik des Parameter AutoFOM.....  | 53 |
| Tabelle 46: | Fleischqualitätsparameter mit einer Korrelation über 0,3 zur genetischen Konstruktion .....   | 55 |
| Tabelle 47: | Gegenüberstellung der Schlachtkörperklassifizierung der LPA-Tiere mit ausgewählten Qualitätsparametern, alle am Rückenmuskel gemessen, unter Berücksichtigung bestimmter Grenzwerte .....   | 55 |
| Tabelle 48: | Beschreibende Statistik ausgewählter Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung und der Fleischqualität, bezogen auf die Jahreszeit .....  | 56 |
| Tabelle 49: | Ausgewählte Parameter der Fleischbeschaffenheit .....   | 57 |
| Tabelle 50: | Korrelationen zwischen den Fleischqualitätsparametern und den Tropfsaftverlusten (DV) .....   | 59 |
| Tabelle 51: | Korrelationen zwischen den Tropfsaftverlusten der Bag-Methode und dem Tropfsaftverlusten der SB-verpackten Scheibe nach siebentägiger Lagerung .....  | 59 |
| Tabelle 52: | Einteilung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag-Methode) und 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) in Gruppen .....  | 60 |
| Tabelle 53: | Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. und Tropfsaftverluste 24- 48 h p. m. (Bag-Methode) in Gruppen .....  | 61 |
| Tabelle 54: | Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. nach SCHÖBERLEIN et al. (1999) mit Berücksichtigung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag) .....  | 62 |
| Tabelle 55: | Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. und Tropfsaftverluste 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) in Gruppen .....  | 63 |
| Tabelle 56: | Einteilung der Farbhelligkeitswerte 24 h p. m. in Kombination mit den Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m., geordnet nach genetischer Konstruktion .....  | 65 |
| Tabelle 57: | Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der Bag-Fleischscheibe (DV 24-48 h p. m.) durch den Py-Wert.....  | 67 |
| Tabelle 58: | Einteilung des Farbhelligkeitswerts 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. (SB-Verpackung), geordnet nach genetischer Konstruktion .....   | 68 |
| Tabelle 59: | Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der SB-Fleischscheibe durch den Py-Wert.....  | 69 |
| Tabelle 60: | Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. nach Schöberlein et al. (1999) mit Berücksichtigung der Tropfsaftverluste 24-192 h p. m. (SB-Verpackung).....  | 69 |
| Tabelle 61: | Korrelationen zwischen den verschiedenen Fleischqualitätsparametern .....   | 70 |
| Tabelle 62: | Ausgewählte Parameter der Fleischbeschaffenheit, gegliedert nach genetischer Konstruktion .....   | 70 |
| Tabelle 63: | Intramuskuläre Fettgehalte, bezogen auf das Geschlecht .....  | 71 |
| Tabelle 64: | Beschreibende Statistik ausgewählter Fleischqualitätsparameter, bezogen auf die Jahreszeit.....   | 72 |
| Tabelle 65: | Gegenüberstellung der Schlachtkörperklassifizierung mit Qualitätsparametern unter Berücksichtigung bestimmter Grenzwerte.....   | 73 |

# 1 Einleitung und Problemstellung

Der Anteil der SB-Vermarktung von Schweinefleisch steigt seit 1997 stetig an und liegt bei Frischfleisch schon über 40 % (OTTO et al. 2004). Dies hat nicht nur Einfluss auf die Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen, sondern auch auf die Qualitätsanforderungen bei der Rohware.

An die Schweinefleischproduktion werden zunehmend neue Anforderungen hinsichtlich der Fleischqualität gestellt. Ein wesentliches Qualitätskriterium für Schweinefleisch ist das Saffthaltevermögen. Fleisch verliert während der Lagerung Fleischsaft. Dieser Fleischsaft tritt ohne Anwendung eines äußeren Zwangs aus. Entscheidend für die Bewertung der Qualität ist aber die Menge des ausgetretenen Fleischsaftes. Die Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft (CMA) hat in ihren Anforderungen zur Erlangung des Prüfsiegels „Deutsches Qualitätsfleisch aus kontrollierter Aufzucht“ für den Tropfsaftverlust am Rückenmuskel (Musculus longissimus) einen Richtwert von  $\leq 4$  % festgelegt (CMA 1998). Fleisch mit einem schlechten Saffthaltevermögen wie das so genannte PSE-Fleisch (**p**ale, **s**oft, **e**xudativ), ist für eine qualitätsorientierte SB-Vermarktung ungeeignet. Der PSE-Qualitätsmangel äußert sich durch eine blasse Farbe, eine weiche Konsistenz und ein schlechtes Saffthaltevermögen des Fleisches. Aber auch die untypische Qualitätsabweichung RSE (reddisch, **s**oft, **e**xudative) kann diesbezüglich von Bedeutung sein. Fleisch mit diesem Qualitätsmangel besitzt einerseits eine ansprechende rötliche Farbe, verliert aber andererseits verstärkt Fleischsaft (FISCHER 2001). Das schlechte Saffthaltevermögen des PSE- und RSE-Fleisches wirkt sich nicht nur auf den Genusswert negativ aus. Der durch den verstärkten Fleischsaftaustritt verursachte Gewichtsverlust kann auch zu wirtschaftlichen Einbußen führen.

Die Fleischqualität, insbesondere das Saffthaltevermögen, wird durch genetische, produktionstechnische, prä- und postmortale Faktoren beeinflusst (Abbildung 1).

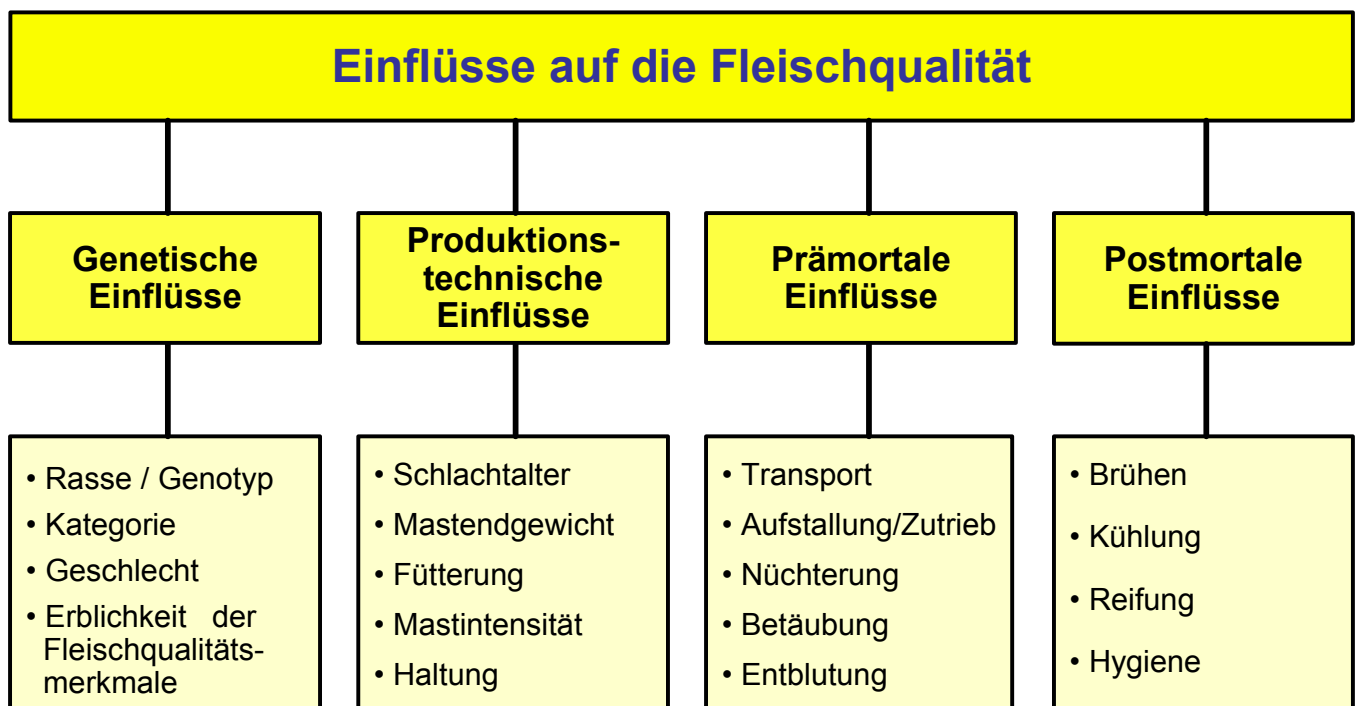


Abbildung 1: Einflüsse auf die Fleischqualität

Vor allem bei muskelfleischreichen Schweinen mit genetisch bedingter Stressanfälligkeit kann es in Verbindung mit ungünstigen prämortalen Transport- und Schlachtbedingungen zur Ausprägung von PSE-Fleisch kommen. Überstürzte Stoffwechselvorgänge nach der Schlachtung verursachen verstärkt Zellmembranschädigungen im Gewebe, die wiederum zu einem erhöhten Austritt von Zellflüssigkeit führen. Infolge eines überstürzten biochemischen Abbaus von Glykogen zu Laktat im



Muskel sinkt der pH-Wert rapide. Nach 45 min post mortem wird im Rückenmuskel bereits ein pH-Wert von 6,0 unterschritten. Gleichzeitig kommt es zu einer Aufhellung der Fleischfarbe.

Im Mittelpunkt des Vorhabens stehen Fragen zur Bestimmung ausgewählter Fleischqualitätsparameter sowie deren Nutzung für die Beurteilung von Fleisch für die SB-Vermarktung. Der Schwerpunkt liegt in der Beurteilung des Tropfsaftverlustes in der SB-Schale nach sieben Tagen. Der Tropfsaftverlust ist ein Maß für das Saffthaltevermögen des Fleisches.

Folgende Ziele werden im Einzelnen verfolgt:

- Vergleich verschiedener Analyseverfahren zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes
- Untersuchung der Beziehungen zwischen Tropfsaftverlust und anderen Merkmalen der Fleischqualität sowie der Mast- und Schlachtleistung
- Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Parameter der Fleischqualität
- genetische Analyse der Parameter der Fleischqualität an Reinzucht- und Kreuzungspopulationen
- Ableitung von Schlussfolgerungen zur Qualitätssicherung von Schweinefleisch
- Ableitung von Schlussfolgerungen zur Selektions- und Anpaarungsstrategie zwecks Verbesserung der Qualitätsparameter

Resultierend aus der Zielstellung sollen sich zusammenfassend folgende Ergebnisse widerspiegeln:

- Auswertung des Methodenvergleichs zum Tropfsaftverlust zwischen Dänischer Schnellmethode (EZ-Driploss-Methode), herkömmlicher Bag-Methode und SB-Lagerung
- Aussagen zum Vergleich der Tropfsaftverluste der Bag-Methode nach 24-48 h p. m. gegenüber der SB-Lagerung nach sieben Tagen
- Erfassung von Zusammenhängen zwischen dem Tropfsaftverlust und ausgewählten Parametern der Fleischqualität
- Auswertung der Einflussfaktoren: Herkunft, genetische Konstruktion sowie prämortale Faktoren

Die Ergebnisse sind für Beratungsempfehlungen zur Qualitätssicherung in der Schweinefleischerzeugung erforderlich. Es wird angestrebt, bei ausreichend klaren Ergebnissen Empfehlungen zur Nutzung von Analysenparametern für die Qualitätsbeurteilung von SB-Fleisch sowie für die Zuchtwertschätzung zur Bereitstellung einer an den SB-Markt besser angepassten Schlachtkörperqualität zu geben.

### Gliederung des Projektes

Das Projekt umfasste folgende drei Teilschritte:

- Vorversuche zur Bestimmung des Saffthaltevermögens,
- Untersuchungen an Reinzuchtieren und
- Untersuchungen an Kreuzungstieren (Endstufenkreuzungen).

Vorversuche zur Erfassung des Saffthaltevermögens

Unter Saffthaltevermögen versteht man nach WENIGER, STEINHAUF & PAHL (1964) die Fähigkeit des Fleisches, unter definierten Umweltbedingungen den Fleischsaft mehr oder weniger festzuhalten. Zur Bestimmung des Saffthaltevermögens von Fleisch existieren verschiedene Methoden. Diese Methoden werden nach HONIKEL (1986) in drei Gruppen eingeteilt:

Methoden ohne Anwendung eines äußeren Zwangs

(z. B. Methoden zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes)

Methoden unter Anwendung eines mechanischen Zwangs

(z. B. Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM)

Methoden unter Bedingungen des Erhitzens

(z. B. Methoden zur Bestimmung des Koch- und Grillverlustes)

In einem ersten Vorversuch standen zwei Methoden zur Bestimmung des Saffthaltevermögens, bei denen auf das Fleisch kein äußerer Zwang ausgeübt wird, im Mittelpunkt. Bei beiden Methoden wirkt lediglich die Schwerkraft.

Die Bag-Methode wurde an der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach entwickelt und ist international anerkannt. Eine von Binde- und Fettgewebe befreite Scheibe des Rückenmuskels wird in einen Kunststoffbeutel oder -behälter verpackt und für 24 Stunden hängend im Kühlschrank bei 4 °C gelagert.

Von dänischen Fleischforschern wurde in den 1990er-Jahren die so genannte EZ-Driploss-Methode vorgestellt (RASMUSSEN & ANDERSSON 1996; CHRISTENSEN 2002). Bei dieser Methode werden aus einer Scheibe des Rückenmuskels zwei zylinderförmige Fleischproben mit einem Durchmesser von 2,5 cm ausgestanzt und in speziellen Fleischsafttrichtern für ebenfalls 24 Stunden bei 4 °C aufbewahrt.

In beiden Fällen wird der Fleischsaftaustritt als Tropfsaftverlust in % bestimmt. Detaillierte Methodenbeschreibungen sind unter Kap. 2.4 zu finden.

In diesem Vorversuch sollten die beiden Methoden miteinander verglichen werden. Ziel war es, eine der beiden Methoden für die späteren Fleischuntersuchungen der Kreuzungstiere auszuwählen.

Im Mittelpunkt des zweiten Vorversuches stand die Schnellmethode zur Bestimmung des Saffthaltevermögens nach GRAU & HAMM. Bei dieser Filterpapierpressmethode wird ein äußerer, mechanischer Zwang auf das Fleisch ausgeübt. Der austretende Fleischsaft hinterlässt auf dem Filterpapier eine Flüssigkeitsfläche. Diese ist proportional der Menge des „locker gebundenen Wassers“ und kann somit zur Beurteilung des Saffthaltevermögens eingesetzt werden. Mit diesem Vorversuch sollte geprüft werden, inwieweit die Filterpapier-Pressmethode als Schnellmethode zur Vorhersage von Tropfsaftverlusten von SB-verpacktem Fleisch geeignet ist.

#### Untersuchungen an Reinzuchttieren

Im zweiten Teilschritt des Projektes stand die Bestimmung des Tropfsaftverlustes und weiterer Parameter der Fleischqualität von Reinzuchttieren im Mittelpunkt. Hierzu wurden die Werte der Bag-Methode mit dem Tropfsaftverlust der Fleischscheiben bei Lagerung in SB-Schalen über sieben Tage verglichen. Weiterhin waren Korrelationen zu anderen Qualitätsparametern zu bestimmen.

Seit mehreren Jahren werden im Rahmen der Mastleistungsprüfung in der Leistungsprüfanstalt (LPA) Köllitsch der Tropfsaftverlust mittels Bag-Methode sowie der intramuskuläre Fettgehalt als wichtige Fleischqualitätsparameter bestimmt und in die Selektion einbezogen. Deshalb sollten zusätzlich die vorliegenden (historischen) Daten von Reinzuchttieren aus der LPA Köllitsch statistisch ausgewertet werden. Im Rahmen dieser Auswertung waren genetische und nichtgenetische Einflussfaktoren auf den Tropfsaftverlust sowie Beziehungen zu anderen Merkmalen in Reinzucht zu untersuchen.

#### Untersuchungen an Kreuzungstieren

Der Schwerpunkt des dritten Teilschrittes bestand in der Analyse von genetischen und nichtgenetischen Einflussfaktoren auf den Tropfsaftverlust sowie Beziehungen zu ausgewählten Merkmalen der Fleischqualität anhand von Kreuzungstieren.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Vorversuche zur Bestimmung des Saffthaltevermögens

#### BAG- und EZ-Driploss-Methode

Der erste Vorversuch hatte den Methodenvergleich zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes (Dripverlust) zwischen der „Dänischen Schnellmethode“, auch EZ-Driploss-Methode genannt, und der herkömmlichen Bag-Methode zum Inhalt. Hierzu wurden von 18 männlichen DL-Tieren jeweils ein 3-Rippenstück (12.-14. Rippe) vom Rückenmuskel 24 h post mortem (p. m.) aus dem Schlachtkörper herausgelöst und in einem Kühlbehältnis umgehend ins Labor transportiert. Die Tiere wurden im Schlachthof A geschlachtet.

Am Schlachthof wurden folgende Qualitätsparameter am Rückenmuskel gemessen:

Leitfähigkeit (45 min p. m. und 24 h p. m.)

pH-Wert (45 min p. m. und 24 h p. m.)

Farbhelligkeit (Opto-Star, 24 h p. m.)

Im Labor erfolgte die Bestimmung weiterer Parameter wie

Tropfsaftverlust (Bag-Methode für LPA 24-48 h p. m.)

Tropfsaftverlust (Bag-Methode, Verlauf über sieben Tage)

Tropfsaftverlust (Dänische Schnellmethode: EZ-Driploss, Verlauf über sieben Tage)

Py-Wert (48 h p. m.)

Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)

#### Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM

Der zweite Vorversuch beinhaltete Untersuchungen des Saffthaltevermögens mit Hilfe der Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM. In diese Untersuchungen wurden 128 Kreuzungstiere, die im Betrieb B geschlachtet wurden, einbezogen. Die Untersuchungen erfolgten am Rückenmuskel. Dazu wurde jeweils ein 2-Rippenstück (13.-14. Rippe) ca. 24 h post mortem aus dem Schlachtkörper herausgelöst und in Kühlbehältnissen umgehend in das Labor transportiert. Das Labor bestimmte nachfolgende Parameter:

■ Presssaftverlust nach GRAU & HAMM

■ Tropfsaftverlust (Bag-Methode 24-48 h p. m.)

■ Tropfsaftverlust (SB-Verpackung nach siebentägiger Lagerung)

■ Farbe (Minolta CR-300)

■ Py-Wert (24 h p. m.)

■ Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)

## 2.2 Untersuchungen von Reinzuchttieren

Aus sieben Schlachtungen des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch wurden insgesamt 58 männliche Schweine der Rasse Deutsche Landrasse (DL) in die Untersuchungen einbezogen. Das Schlachtkörperwarmgewicht lag im Mittel bei 84,7 kg (Tabelle 1). Die Einstufung der Schlachtkörper in die Handelsklassen nach dem EUROP-System ist aus der Tabelle 2 zu entnehmen.

**Tabelle 1: Schlachtkörperwarmgewicht der Tiere in kg**

| <div> <div>Schlachtkörper-<br/>warmgewicht<br/>[kg]</div> <div>Genotyp</div> </div> | Anzahl | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standard-<br>abweichung |
|---|--------|------------|---------|---------|-------------------------|
| Deutsche Landrasse (DL)   | 57*    | 84,7       | 77,9    | 91,9    | 3,5                     |

\* Von einem Schlachtkörper lag keine Klassifizierung vor (damit n = 57).

**Tabelle 2: Verteilung der Handelsklassen auf die genetische Konstruktion**

| <div> <div>Handelsklasse</div> <div>Genotyp</div> </div> | E  | U  | R | O | P |
|--|----|----|---|---|---|
| Deutsche Landrasse (DL)                                  | 40 | 13 | 4 | - | - |

Von den Tieren wurden jeweils ein 3-Rippenstück (12.-14. Rippe) vom Rückenmuskel 24 h post mortem aus dem Schlachtkörper herausgelöst und in Kühlbehältnissen umgehend in das Labor transportiert. Die Schlachtung erfolgte im Betrieb A. Dazu wurden am Schlachthof folgende Qualitätsparameter am Schlachtkörper im Rückenmuskel gemessen:

pH-Wert (24 h p. m.)  
 Leitfähigkeit (24 h p. m.)  
 Farbhelligkeit (Opto-Star, 24 h p. m.)  
 Py-Wert (24 h p. m.)

Im Labor erfolgte die Bestimmung weiterer Parameter am Rückenmuskel wie

Py-Wert (24 h p. m.)  
 Farbe (Minolta CR-300, 24 h p. m. und an der SB-Fleischscheibe nach Lagerung von sieben Tagen)  
 Tropfsaftverlust (Bag-Methode für LPA 24-48 h p. m.)  
 Tropfsaftverlust (Bag-Methode, Verlauf über sieben Tage)  
 Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, nach sieben Tagen Lagerung)  
 Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)

In die Auswertungen der LPA-Daten flossen Untersuchungen von insgesamt 3.396 Reinzuchttieren ein. Die Werte stammen von geschlachteten Tieren der LPA im Zeitraum von November 2001 bis Juli 2006. In der Tabelle 3 sind die Tierzahlen bezogen auf die Rasse und deren Einstufung in Handelsklassen zusammengefasst. Diese Tiere wurden im Betrieb A geschlachtet.

**Tabelle 3: Anzahl der Tiere, bezogen auf die Rasse und Handelsklasseneinstufung**

| Handelsklasseneinstufung | genetische Konstruktion |            |           |            |            |            | Gesamt      |
|--------------------------|-------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
|                          | DL                      | DE         | SA        | Pi         | Du         | FL         |             |
| E                        | 1154                    | 424        | 0         | 596        | 104        | 124        | 2402        |
| U                        | 720                     | 132        | 12        | 2          | 4          | 8          | 878         |
| R                        | 96                      | 13         | 3         | 0          | 0          | 0          | 112         |
| O                        | 1                       | 1          | 1         | 0          | 0          | 0          | 3           |
| P                        | 0                       | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 0           |
| fehlend                  | 1                       | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 1           |
| <b>Gesamt</b>            | <b>1972</b>             | <b>570</b> | <b>16</b> | <b>598</b> | <b>108</b> | <b>132</b> | <b>3396</b> |

DL ... Deutsche Landrasse, DE ... Deutsches Edelschwein, SA ... Sattelschwein, Pi ... Pietráin,  
 Du ... Duroc, FL ... fleischbetonte Linie von Large White durch französische Einkreuzung

Die Geschlechterverteilung der untersuchten Schweine ist aus der Tabelle 4 zu entnehmen. 89 % waren männliche und 11 % weibliche Tiere.

**Tabelle 4: Anzahl der Tiere, bezogen auf das Geschlecht**

| Geschlecht    | genetische Konstruktion |            |           |            |            |            | Gesamt      |
|---------------|-------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
|               | DL                      | DE         | SA        | Pi         | Du         | FL         |             |
| männlich      | 1972                    | 547        | 14        | 258        | 97         | 132        | 3020        |
| weiblich      | 0                       | 23         | 2         | 340        | 11         | 0          | 376         |
| <b>Gesamt</b> | <b>1972</b>             | <b>570</b> | <b>16</b> | <b>598</b> | <b>108</b> | <b>132</b> | <b>3396</b> |

Die Tabelle 5 enthält Angaben zur Schlachtkörperzusammensetzung. Das Schlachtkörperwarmgewicht betrug im Mittel 86 kg und der Muskelfleischanteil 57,0 %. Speck- und Fleischmaß lagen durchschnittlich bei 16,9 mm bzw. 55,6 mm.

**Tabelle 5: Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung**

|                                | Anzahl | Mittelwert  | Minimum | Maximum | Standard-abweichung |
|--------------------------------|--------|-------------|---------|---------|---------------------|
| Schlachtkörperwarmgewicht [kg] | 3395   | <b>86,1</b> | 77,0    | 103,8   | 3,75                |
| Muskelfleischanteil (FOM) [%]  | 3396   | <b>57,0</b> | 43,4    | 67,5    | 3,70                |
| Speckmaß [mm]                  | 3396   | <b>16,9</b> | 8,1     | 31,1    | 3,9                 |
| Fleischmaß [mm]                | 3396   | <b>55,6</b> | 22,0    | 80,4    | 6,3                 |

Folgende Parameter und Einflussfaktoren wurden von der LPA erfasst und konnten somit Berücksichtigung erfahren:

#### Schlachthof erfasste Parameter

- pH-Wert\* (45 min p. m. und 24 h p. m.)
- Leitfähigkeit\* (45 min p. m. und 24 h p. m.)
- Farbhelligkeit (Opto-Star, 24 h p. m.)
- Py-Wert\* (24 h p. m. am Schlachtkörper)
- Afom-Index

\* Die Messungen erfolgten sowohl am Rückenmuskel als auch im Schinken.

#### im Labor ermittelte Parameter

- Tropfsaftverlust (Bag-Methode für LPA 24-48 h p. m.)
- Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)

#### Parameter aus der LPA-Datenbank

- Rasse
- Herkunft

## 2.3 Untersuchungen an Kreuzungstieren

Die Untersuchungen erfolgten an 802 Schweinen (männliche Kastrate und weibliche Tiere) der Kreuzungen Pietrain x Deutsche Landrasse (Pi x DL), Pietrain x Deutsches Edelschwein/Deutsche Landrasse (Pi x DE/DL) und Duroc x Deutsches Edelschwein/Deutsche Landrasse (Du x DE/DL) aus insgesamt 42 Schlachtungen im Rahmen der Feldtest-Prüfung. Die Tiere stammten aus drei verschiedenen Mastbetrieben. Tabelle 6 gibt eine Übersicht über Anzahl und Herkunft der in die Untersuchungen einbezogenen Tiere.

**Tabelle 6: Anzahl, Herkunft und Geschlecht der Tiere**

| Kreuzung<br>Betrieb | Pi x DL   |          |          | Pi x DE/DL |          |          | Du x DE/DL |          |          |
|---------------------|-----------|----------|----------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|
|                     | Σ         | Kastrate | weiblich | Σ          | Kastrate | weiblich | Σ          | Kastrate | weiblich |
| <b>1</b>            |           |          |          | <b>534</b> | 264      | 270      | <b>24</b>  | 10       | 14       |
| <b>2</b>            |           |          |          | <b>76</b>  | 27       | 49       |            |          |          |
| <b>3</b>            | <b>22</b> | 8        | 14       | <b>146</b> | 54       | 92       |            |          |          |
| <b>Gesamt</b>       | <b>22</b> | 8        | 14       | <b>756</b> | 345      | 411      | <b>24</b>  | 10       | 14       |

Das Durchschnittsalter der Tiere lag bei 190 Tagen (Tabelle 7). Dabei hatten die Schlachtkörper im Mittel ein Warmgewicht von ca. 91 kg (Tabelle 8).

**Tabelle 7: Alter der Tiere in Tagen**

| Alter<br>[d]<br>Betrieb | Anzahl | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|-------------------------|--------|------------|---------|---------|--------------------|
| 1                       | 558    | 188        | 151     | 230     | 11,8               |
| 2                       | 76     | 193        | 172     | 194     | 3,5                |
| 3                       | 168    | 196        | 180     | 230     | 8,5                |
| <b>Gesamt</b>           | 802    | 190        | 151     | 230     | 11,1               |

**Tabelle 8: Schlachtkörperwarmgewicht der Tiere in kg**

| Schlachtkörper-<br>warmgewicht<br>[kg]<br>Betrieb | Anzahl | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|---|--------|------------|---------|---------|--------------------|
| 1   | 558    | 90,6       | 67,6    | 108,4   | 6,1                |
| 2   | 76     | 88,8       | 68,0    | 111,4   | 8,1                |
| 3   | 168    | 92,3       | 70,8    | 116,8   | 7,8                |
| <b>Gesamt</b>                                     | 802    | 90,8       | 67,6    | 116,8   | 6,7                |

In der Tabelle 9 sind verschiedene Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung, bezogen auf das Geschlecht, zusammengestellt.

**Tabelle 9: Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung, bezogen auf das Geschlecht**

| Geschlecht<br>Schlachtkörper-<br>zusammensetzung | Weibliche Tiere<br>(n=439) |                    | Männliche Kastrate<br>(n=363) |                    |
|--|----------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
|  | Mittelwert                 | Standardabweichung | Mittelwert                    | Standardabweichung |
| Schlachtkörperwarmgewicht [kg]                   | 90,9                       | 6,8                | 90,6                          | 6,7                |
| Fleischmaß [cm]                                  | 61,7                       | 6,2                | 59,6                          | 5,9                |
| Speckmaß [cm]                                    | 14,7                       | 2,5                | 17,8                          | 3,5                |
| Muskelfleischanteil (FOM) [%]                    | 57,8                       | 2,5                | 54,8                          | 3,1                |

Nahezu 70 % der Schlachtkörper wurden bei der Klassifizierung in die E-Klasse eingestuft (Tabelle 10). Bei 27 % der Tiere erfolgte eine Zuordnung in die U-Klasse. Die Verteilung der Handelsklassen auf die drei genetischen Konstruktionen kann der Tabelle 11 entnommen werden.

**Tabelle 10: Verteilung der Schlachtkörper hinsichtlich Handelsklassen**

| Handelsklasse<br>Betrieb | E          | U          | R         | O        | P        |
|--------------------------|------------|------------|-----------|----------|----------|
| 1                        | 379        | 163        | 15        | 1        | -        |
| 2                        | 61         | 14         | 1         | -        | -        |
| 3                        | 119        | 43         | 6         | -        | -        |
| <b>Gesamt</b>            | <b>559</b> | <b>220</b> | <b>22</b> | <b>1</b> | <b>-</b> |

**Tabelle 11: Verteilung der Handelsklassen auf die genetische Konstruktion**

| Handelsklasse<br>Genotyp | E   | U   | R  | O | P |
|--------------------------|-----|-----|----|---|---|
| Pi x DL                  | 17  | 3   | 2  | - | - |
| Pi x DE/DL               | 527 | 208 | 20 | 1 | - |
| Du x DE/DL               | 15  | 9   | -  | - | - |

Jeweils ein 2-Rippenstück (13.-14. Rippe) wurde vom Rückenmuskel 24 h p. m. aus dem Schlachtkörper herausgelöst und in einem Kühlbehältnis umgehend in das Labor transportiert. Die Schlachtung erfolgte im Betrieb B. Folgende Parameter wurden im Labor erfasst:

Eingangstemperatur des Fleisches

pH-Wert 24 h p. m.

Py-Wert (24 h p. m. am Rückenstück)

Farbe (Minolta CR-300, 24 h p. m. und an der SB-Fleischscheibe nach Lagerung von sieben Tagen)

Tropfsaftverlust (Bag-Methode, Verlauf über sieben Tage)

Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, nach sieben Tagen Lagerung)

Intramuskulärer Fettgehalt

Die Bestimmung des pH-Wertes 45 min p. m. konnte aus produktionstechnischen Gründen am Schlachthof nicht durchgeführt werden.

## 2.4 Methodenbeschreibung

### FOM-Messung mit dem Sondengerät

Seit 01.01.1991 ist für Schlachtunternehmen mit einer Kapazität von mehr als 200 Schweinen pro Woche zur Einteilung der Schlachtschweinehälften in Handelsklassen auf Grundlage des Muskelfleischanteils nur noch eine Messstelle mit der entsprechenden Schätzformel zugelassen.

Beim I-Punkt-Messverfahren (Abbildung 2) werden die Speck-(S) und Muskeldicke (F) 7 cm seitlich der Rückenmitte in Höhe der zweit-/drittletzten Rippe mit einem zugelassenen Gerät gemessen. Die Messstelle ist einheitlich für alle Geräte festgelegt, die Messstrecke genau definiert. Die Messergebnisse werden in eine Schätzformel eingesetzt, die bundeseinheitlich für alle Geräte gilt.

Formel zur Berechnung des Muskelfleischanteils bei der FOM-Messung:

$$\text{MFA \%} = 58,6688 - 0,82809 (S) + 0,18306 (F)$$

Das 2-Punkt-Messverfahren (Abbildung 3) ist ein Handmessverfahren, bei dem mit einem Lineal oder einer Schablone die Speck- und Muskeldicke festgestellt werden. Das System kann in kleineren Schlachtunternehmen zur Anwendung kommen. Die Speckdicke (S) wird an der dünnsten Stelle des Speckes (einschließlich der Schwarte) über dem Muskel glutaeus medius (in Millimeter) gemessen. Das Fleischmaß (F) wird über die Stärke des Lendenmuskels als kürzeste Verbindung des vorderen (cranialen) Endes des Muskels glutaeus medius zur oberen (dorsalen) Kante des Wirbelkanals (in Millimeter) ermittelt.

Formel zur Berechnung des Muskelfleischanteils beim 2-Punkt-Messverfahren:

$$\text{MFA \%} = 47,978 + (26,0429 \times S : F) + (4,5154 \times \sqrt{F}) - (2,5018 \times \lg S) - (8,4212 \times \sqrt{S})$$

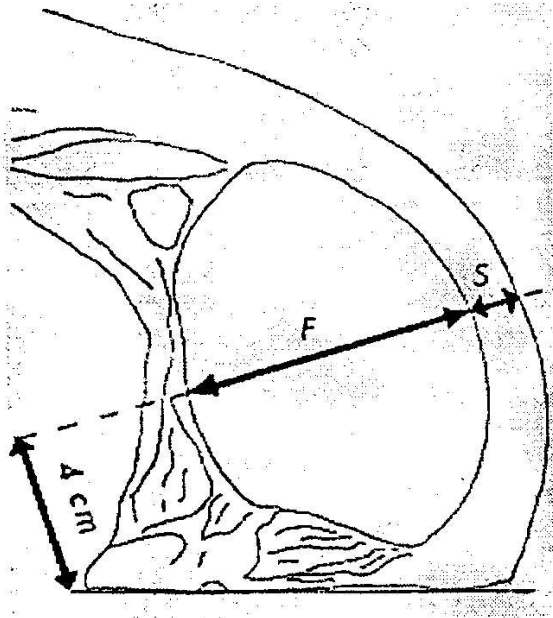


Abbildung 2: Messlinie im I-Punkt-Messverfahren

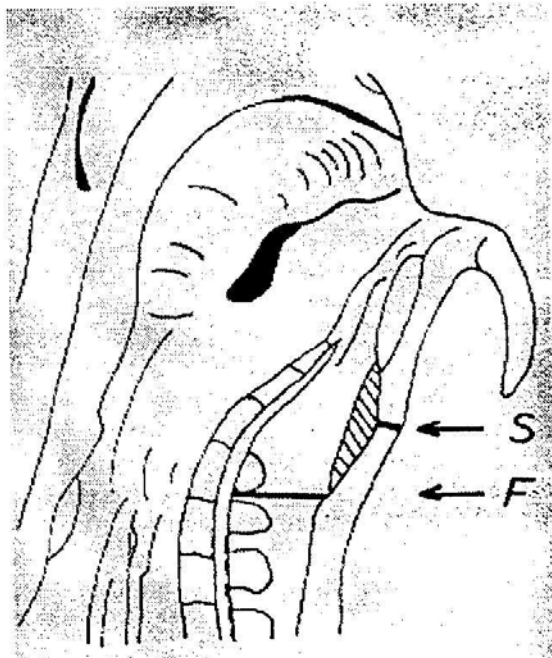


Abbildung 3: Messstellen beim 2-Punkt-Messverfahren



### Ultraschallmessung mit dem AutoFOM

Seit 2000 werden in Deutschland mit dem Klassifizierungsgerät AutoFOM auf der Basis von Ultraschallmessungen Werte über den gesamten Schlachtkörper ermittelt und ausgewertet. Es werden Teilstückgewichte vom Schinken schier, Lachs, Schulter schier und Bauch mit unterschiedlich hohen Punktzahlen bewertet. Der Muskelfleischanteil im Gesamtschlachtkörper und das Schlachtgewicht haben nur noch indirekte Bedeutung, weil sich beide Größen über die Teilstückgewichte ergeben.

### Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit wurde mit dem Handmessgerät „LF-Star“ am Schlachthof 45 min p. m. und 24 h p. m. ermittelt.

### pH-Wert

Die pH-Wert-Messung erfolgte mit dem Handmessgerät „pH-Star“ am Schlachthof 45 min p. m. und/oder 24 h p. m. bzw. im Labor mit dem Messgerät „Microprocessor pH/ION Meter pMX 3000“ 24 h p.m.

### Farbmessung

Die Farbhelligkeitsmessung am Schlachthof wurde mit dem Handmessgerät „OPTO-Star“ bestimmt. Bei diesem Messgerät gilt: Je höher der gemessene Wert, desto dunkler ist das Fleisch.

Im Labor erfolgte die Farbmessung mit Hilfe des Farbmessgerätes „Minolta CR-300“. Dieses Gerät ist in der Lage, neben der Farbhelligkeit auch den Farbton und die Farbsättigung zu erfassen. Als Grundlage der Farbmessung dient das L\*, a\*, b\*-Farbsystem, auch CIELAB-System genannt. Die Farbhelligkeit wird durch den L\*-Wert beschrieben. Dabei gilt: Je höher der Wert, desto heller ist das Fleisch. Über die Werte a\* und b\* sind der Farbton und die Farbsättigung charakterisiert. Ein positiver a\*-Wert deutet auf einen Rotanteil hin.

An jeder Probe erfolgten sechs Messungen an einem frischen Anschnitt des Rückenmuskels 24 h p.m. über die Fleischscheibe verteilt. Die sechs Werte wurden gemittelt. An der sieben Tage bei 4 °C gelagerten SB-verpackten Fleischscheibe erfolgte die Farbmessung an der Oberseite am alten Anschnitt. Weil die Farbänderung der für den Verbraucher sichtbaren Oberseite der SB-Fleischscheibe erfasst werden sollte, wurde auf die Messung an einem frischen Anschnitt verzichtet.

### Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM

Vom Rückenmuskel wurden 0,3 g entnommen und auf Filterpapier in das Braunschweiger Besteck zwischen zwei durchsichtige Kunststoffplatten gelegt. Durch den Bügel wird anschließend für genau fünf Minuten ein definierter Druck auf die Kunststoffplatten ausgeübt. In dieser Zeit tritt aus der Probe Fleischsaft aus, der durch das Filterpapier aufgenommen wird. Nach fünf Minuten wird die obere Kunststoffplatte mit dem anhaftenden Filterpapier herausgenommen und die Fleischfläche auf dem Filterpapier markiert. Die äußere Fleischsaftfläche ist aufgrund der Färbung des Fleischsaftes auch nach der Trocknung des Filterpapiers sichtbar. Fleisch- und Presssaftfläche werden mit einer Auswerteschablone vermessen oder planimetriert. Aus den vermessenen Flächen wird der Pressquotient ( $Q = \text{Fleischfläche} / \text{Presssaftfläche}$ ) ermittelt (LUTZ, BRUNNER & STOLLE 1994). Der Pressquotient Q kann maximal einen Wert von 1,0 erreichen. Dieser Maximalwert wird dann erhalten, wenn die Fleischfläche gleich der Presssaftfläche ist. Die Bestimmung des Presssaftverlustes ist in der Abbildung 4 in Bildern dargestellt.

Der Presssaftverlust nach GRAU & HAMM ist nicht mit dem Tropfsaftverlust, der ohne äußeren Zwang bestimmt wird, vergleichbar. Bei dieser Presssaft-Methode werden durch den hohen Druck auch Zellmembranen zerstört, wodurch verstärkt Fleischsaft austreten kann. Der Fleischsaftaustritt dieser Methode ist höher als bei der Bestimmung des Tropfsaftverlustes.



**Abbildung 4: Bestimmung des Presssaftverlustes nach GRAU & HAMM mit dem Braunschweiger Besteck**

### Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)

Für die Bestimmung des intramuskulären Fettgehalts im Rückenmuskel kam die Methode L 06.00-6 (Bestimmung des Gesamtfettgehalts in Fleisch und Fleischerzeugnissen) aus der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB zur Anwendung.

### Py-Wert

Der Py-Wert wurde am Schlachthof und im Labor mit dem Handmessgerät „Meat check 160“ in der Regel ca. 24 h. p. m. gemessen. Der Py-Wert basiert auf der Impedanzmessung und beschreibt die postmortalen Veränderungen der Muskelstruktur, insbesondere die Zellmembranschädigung. Er ist ein Maß für den Zustand der Zellmembranen und wird in Form einer dimensionslosen Zahl im Bereich von 0 und 100 angegeben. Eine gute Fleischqualität, d. h. ein hoher Anteil an intakten Zellmembranen wird durch hohe Werte beschrieben. Dagegen weisen niedrige Werte auf starke Zellmembranschädigungen, wie sie beim PSE-Fleisch vorkommen, hin.

### Bag-Methode

Aus dem Rückenmuskel (M. longissimus) wurde ca. 24 h p. m. eine 3 cm dicke Scheibe (13./14. Rippe) abgeschnitten und von aufliegendem Fett- und Bindegewebe befreit. Die schiefe Fleischscheibe wurde anschließend gewogen und in einen Kunststoffbeutel eingeschweißt (Abbildung 5). Anschließend erfolgte die Lagerung des Beutels hängend für 24 Stunden im Kühlschrank bei 4 °C (Abbildung 6). Nach der Lagerung wurde die Fleischscheibe aus dem Beutel herausgenommen, mit Filterpapier abgetupft und zurückgewogen. Der ermittelte Gewichtsverlust ist der Tropfsaftverlust. Er wird in % angegeben.

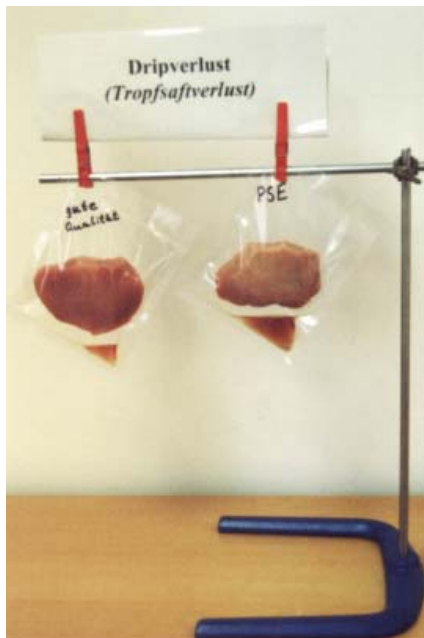
Bei der Verlaufsmessung über sieben Tage wurde die Fleischscheibe nach dem Zurückwiegen in einen neuen Beutel eingeschweißt und wiederum für 24 Stunden im Kühlschrank gelagert. Die Prozedur wiederholte sich jeden Tag mit Ausnahme des Wochenendes. In der Abbildung 7 sind Schweinefleischproben mit unterschiedlichen Tropfsaftverlusten abgebildet.



**Abbildung 5: Bag-Methode; Verpackung der Fleischscheibe**



**Abbildung 6: Bag-Methode; Lagerung der verpackten Proben im Kühlschrank**



**Abbildung 7: Schweinefleischproben mit unterschiedlichen Tropfsaftverlusten**

#### **Dänische Schnellmethode (EZ-Driploss-Methode)**

Aus dem Rückenmuskel (M. longissimus) wurde ca. 24 h p. m. eine 2 cm dicke Scheibe (ca. 12./13. Rippe) abgeschnitten. Aus der Scheibe wurden zwei zylinderförmige Proben (ca. 10 g) mit einem Stecheisen ( $\varnothing$  25 mm) herausgestanzt (Abbildung 8).



**Abbildung 8: EZ-Driploss-Methode; Probenahme**

Die beiden Proben wurden gewogen und in EZ-Driploss-Gefäße überführt. Als EZ-Driploss-Gefäße kamen im Labor angefertigte Gefäße (Abbildung 9 und 11) und kommerziell erworbene Gefäße (Abb. 10 und 12) zum Einsatz. Die im Geschäftsbereich Labore Landwirtschaft des BfUL angefertigten Gefäße werden im weiteren Verlauf als modifizierte Gefäße bezeichnet.



**Abbildung 9: EZ-Driploss-Gefäß; modifiziert**



**Abbildung 10: EZ-Driploss-Gefäß; original**



**Abbildung 11: EZ-Driploss-Gefäß (modifiziert) mit Probe**



**Abbildung 12: EZ-Driploss-Gefäß (original) mit Probe**

Danach erfolgte die Lagerung für 24 h im Kühlschrank bei 4 °C (Abb. 13). Die Fleischproben wurden nach Ablauf der 24 h aus den Gefäßen entnommen, abgetupft und zurückgewogen. Der Gewichtsverlust ist mit dem Tropfsaftverlust identisch.



**Abbildung 13: Lagerung der Driploss-Proben im Kühlschrank**

Bei der Verlaufsmessung über sieben Tage werden die beiden Fleischproben nach dem Zurückwiegen erneut in die EZ-Driploss-Gefäße überführt und wiederum für 24 Stunden im Kühlschrank gelagert. Die Prozedur wiederholt sich jeden Tag mit Ausnahme des Wochenendes.

### SB-Verpackung

Vom Rückenmuskel wurde eine 2 cm dicke Scheibe herausgelöst und vom Auflagefett befreit. Das aufliegende Bindegewebe verblieb an der Fleischscheibe. Vor der Überführung der Fleischscheibe in eine mit einem Vlies ausgelegte SB-Schale (18 cm x 22 cm) wurde diese gewogen. Anschließend erfolgte die Abdeckung der SB-Verpackung mit Folie ohne Schutzgas (Abb. 14). Die SB-Verpackung wurde für sieben Tage im Kühlschrank bei 4 °C gelagert. Nach sieben Tagen wurde die Fleischscheibe herausgenommen, abgetupft und zurückgewogen. Der Gewichtsverlust entspricht dem Tropfsaftverlust in %.



Abbildung 14: Fleischprobe in SB-Verpackung

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Ergebnisse der Vorversuche

#### Vorversuche zur Bag- und EZ-Driploss-Methode

Im Mittelpunkt dieses Vorversuches stand ein Methodenvergleich zwischen zwei Methoden zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes, der Bag- und der EZ-Driploss-Methode. Dazu wurden insgesamt 18 männliche Schweine der Rasse DL beprobt.

In der Tabelle 12 sind die Ergebnisse für die ausgewählten Fleischqualitätsparameter zusammengestellt. Unter den 18 untersuchten Tieren befand sich ein Tier, dessen Fleisch einen ausgeprägten PSE-Mangel aufwies. Die in der Tabelle 12 rot markierten Werte wurden bei diesem Tier ermittelt.

Tabelle 12: Qualitätsparameter der Fleischproben (Rückenmuskel) im Vorversuch

| Parameter  | Anzahl | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|--|--------|------------|---------|---------|--------------------|
| pH 45 min p. m. <sup>1)</sup>                                | 18     | 6,48       | 5,66    | 6,77    | 0,25               |
| pH 24 h p. m. <sup>1)</sup>                                  | 18     | 5,62       | 5,47    | 5,90    | 0,13               |
| LF 45 min p. m. <sup>1)</sup> [mS/cm]                        | 18     | 4,51       | 3,40    | 9,83    | 1,44               |
| LF 24 h p. m. <sup>1)</sup> [mS/cm]                          | 18     | 4,55       | 2,57    | 9,30    | 1,75               |
| Py 48 h p. m. <sup>2)</sup>                                  | 18     | 53,1       | 22      | 80      | 17,9               |
| Farbhelligkeit, 24 h p. m. <sup>1)</sup><br><i>Opto-Star</i> | 18     | 68,4       | 50,9    | 79,6    | 8,69               |
| Intramuskuläres Fett <sup>2)</sup> [%]                       | 18     | 1,21       | 0,78    | 2,18    | 0,36               |

<sup>1)</sup> am Schlachthof am Schlachtkörper gemessen

<sup>2)</sup> an der Fleischscheibe im Labor gemessen

Sowohl der pH-Wert 45 min p. m., die LF-Werte 45 min p. m. und 24 h p. m. als auch der Py-Wert 24 h p. m. sprechen für PSE-Fleisch. Laut CMA (1998) kann im Rückenmuskel (12./13. Rippe) bei nachfolgend aufgeführten Werten das Vorliegen von PSE-Fleisch ausgeschlossen werden:

|                |                    |            |
|----------------|--------------------|------------|
| pH-Wert        | pH 45 min p. m.    | $\geq 6,0$ |
| Leitfähigkeit  | LF 90 min p. m.    | $< 4,0$    |
|                | LF 24 h p. m.      | $< 6,0$    |
| Impulsimpedanz | Py-Wert 24 h p. m. | $> 45$     |
| Farbhelligkeit | L*-Wert            | $\leq 53$  |

Für den Tropfsaftverlust (24-48 h p. m.) ist für Qualitätsschweinefleisch von der CMA ebenfalls ein Richtwert von  $\leq 4$  % vorgegeben. Das Vorliegen von DFD-Fleisch (dark, firm, dry) wird von der CMA bei einem End-pH-Wert (ca. 24 h p. m.) von  $> 6,0$  definiert.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Methoden zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes gegenübergestellt. In der Tabelle 13 sind die Tropfsaftverluste der beiden Methoden im Verlauf der Lagerung bei 4 °C festgehalten.

**Tabelle 13: Vergleich von Bag- und EZ-Driploss-Methode (Mittelwerte)**

| Methode     | Tropfsaftverlust in % |                            |                             |                                 |                                 |                                 |
|-------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|             | Anzahl                | 24 - 48 h p. m.<br>(1 Tag) | 24 - 72 h p. m.<br>(2 Tage) | 24 - 144 h<br>p. m.<br>(5 Tage) | 24 - 168 h<br>p. m.<br>(6 Tage) | 24 - 192 h<br>p. m.<br>(7 Tage) |
| Bag         | 18                    | 2,57                       | 4,62                        | 7,96                            | 8,82                            | 9,45                            |
| EZ-Driploss | 18                    | 2,47                       | 4,15                        | 6,84                            | 7,65                            | 8,35                            |
| Differenz   |                       | 0,10                       | 0,47                        | 1,12                            | 1,17                            | 1,10                            |

Mit der Bag-Methode werden im Vergleich zur EZ-Driploss-Methode höhere Tropfsaftverluste ermittelt. Der Unterschied zwischen den beiden Methoden ist aber nach einem Tag sehr gering (0,1 %). Er steigt bis zum 5. Tag der Lagerung auf 1,1 % und bleibt bis zum 7. Tag nahezu konstant. In einer dänischen Studie an 34 Schweinen wurde ebenfalls mit der Bag-Methode ein um 1,2 % gegenüber der EZ-Driploss-Methode erhöhter Tropfsaftverlust ermittelt (OTTO et al. 2004). OTTO et al. (2004) führten an 776 Schweinen vergleichende Untersuchungen mit den beiden Methoden durch. Die Bag-Methode lieferte bei diesen Untersuchungen niedrigere Werte als die EZ-Driploss-Methode, was auf das größere Oberflächen-/Gewichtsverhältnis bei der EZ-Driploss-Probe zurückgeführt wurde.

**Tabelle 14: Vergleich von Bag- und modifizierter EZ-Driploss-Methode (Mittelwerte)**

| Methode                    | Tropfsaftverlust in % |                          |                           |                            |                            |                            |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                            | Anzahl                | 24-48 h p. m.<br>(1 Tag) | 24-72 h p. m.<br>(2 Tage) | 24-144 h p. m.<br>(5 Tage) | 24-168 h p. m.<br>(6 Tage) | 24-192 h p. m.<br>(7 Tage) |
| Bag                        | 11                    | 2,20                     | 3,98                      | 7,13                       | 7,94                       | 8,64                       |
| EZ-Driploss<br>modifiziert | 11                    | 2,08                     | 3,71                      | 6,69                       | 7,60                       | 8,44                       |
| Differenz                  |                       | 0,12                     | 0,27                      | 0,44                       | 0,34                       | 0,20                       |

**Tabelle 15: Vergleich von Bag- und Original-EZ-Driploss-Methode (Mittelwerte)**

| Methode                                 | Anzahl | 24-48 h p. m.<br>(1 Tag) | 24-72 h p. m.<br>(2 Tage) | 24-144 h p. m.<br>(5 Tage) | 24-168 h<br>p. m.<br>(6 Tage) | 24-192 h<br>p. m.<br>(7 Tage) |
|---|--------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Bag                                     | 7      | 3,14                     | 5,64                      | 9,26                       | 10,20                         | 10,73                         |
| EZ-Driploss<br>Original-Driploss-Gefäße | 7      | 3,10                     | 4,83                      | 7,08                       | 7,73                          | 8,20                          |
| Differenz                               |        | 0,04                     | 0,81                      | 2,18                       | 2,47                          | 2,53                          |

Bei der EZ-Driploss-Methode kamen, wie bereits unter Kap. 2.4 beschrieben, zwei verschiedene Probengefäße zum Einsatz. Mit den modifizierten EZ-Driploss-Gefäßen (Abbildung 9) wurden 11 Schweinefleischproben untersucht. Die Original-EZ-Driploss-Gefäße (Abbildung 10) kamen bei sieben Proben zur Anwendung. Betrachtet man die beiden EZ-Driploss-Varianten (modifizierte und Original-Gefäße), so ist festzustellen, dass bei den modifizierten EZ-Driploss-Gefäßen (Tabelle 14) der Unterschied zur Bag-Methode deutlich geringer als bei den Original-EZ-Driploss-Gefäßen (Tabelle 15) ist. Dies liegt vermutlich an der Form der Gefäße. In den Original-EZ-Driploss-Gefäßen wird die zylinderförmige Fleischprobe seitlich in ihrer Form gehalten. In den modifizierten Gefäßen liegt die Fleischprobe auf drei Punkten auf, seitlich wird die Probe nicht in ihrer Form gehalten. Es kann vermehrt Fleischsaft austreten.

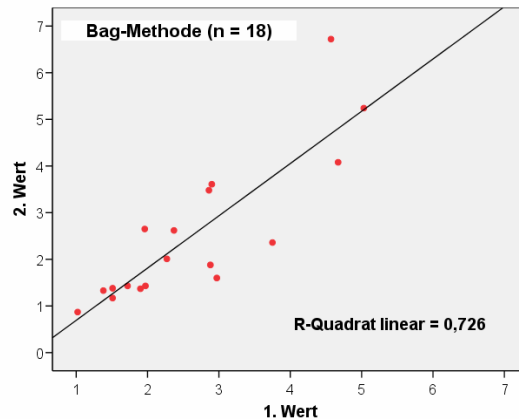
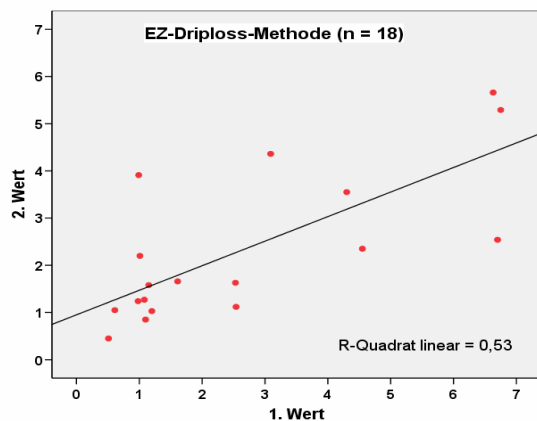
In der Tabelle 16 sind die Abweichungen der Doppelbestimmungen (24-48 h p. m.) vom Mittelwert prozentual festgehalten. Bei der Bag-Methode wurden dazu von zwei Fleischscheiben die Tropfsaftverluste separat bestimmt und bei der EZ-Driploss-Methode wurden die beiden zylinderförmigen Proben, die aus einer Scheibe gewonnen werden, als Doppelbestimmung geführt. Die Abweichungen bei der EZ-Driploss-Methode sind mit fast 21 % deutlich höher als bei der Bag-Methode (12 %).

**Tabelle 16: Abweichung der Doppelbestimmungen vom Mittelwert (24-48 h p. m.)**

| Methode                                  | Anzahl | Abweichung der Doppelbestimmung<br>vom Mittelwert (24-48 h p. m.) |
|--|--------|---|
| Bag                                      | 18     | <b>± 12,1 %</b><br>(1,9% - 30,1%)                                 |
| EZ-Driploss, gesamt                      | 18     | <b>± 20,6 %</b><br>(1,7% - 59,5%)                                 |
| EZ-Driploss, modifiziert                 | 11     | <b>± 21,2 %</b><br>(1,7% - 59,5%)                                 |
| EZ-Driploss,<br>Original-Driploss-Gefäße | 7      | <b>± 19,7 %</b><br>(6,4% - 45,0%)                                 |

In der Abbildung 15 sind die Doppelbestimmungen für den Tropfsaftverlust 24 h-48 h p. m. der beiden Methoden, getrennt nach Methode, gegenübergestellt. Man erkennt deutlich, dass die Streuung bei der EZ-Driploss-Methode größer ist. Dies wird auch durch die Korrelationskoeffizienten unterstrichen. Der Korrelationskoeffizient bei der EZ-Driploss-Methode liegt bei 0,73, der der Bag-Methode bei 0,85. Eine vergleichbare Korrelation der Doppelbestimmungen der EZ-Driploss-Methode von 0,78 wurde auch von WITTMANN et al. (2006) gefunden. Der Korrelationskoeffizient zwischen den Mittelwerten der beiden Methoden beträgt 0,92 (siehe Tabelle 17).





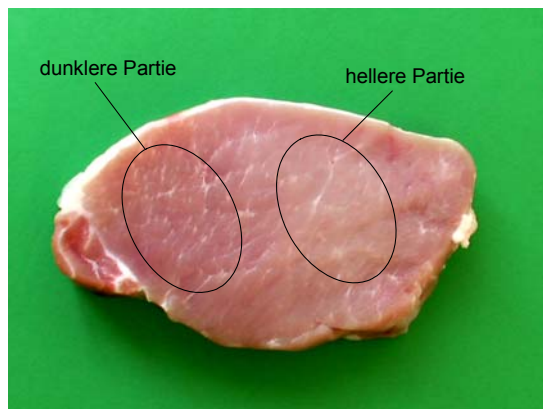
**Abbildung 15: Vergleich von Doppelbestimmungen für Tropfsaftverlust 24 h-48 h p. m. der beiden Methoden (EZ-Driploss und Bag)**

**Tabelle 17: Korrelationen zwischen der Bag- und der EZ-Driploss-Methode**

| Parameter<br><br>Tropfsaftverlust   | Anzahl | Tropfsaftverlust/Bag-Methode |                  |                   |                   |                   |
|-------------------------------------|--------|------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                     |        | 24-48 h<br>p. m.             | 24-72 h<br>p. m. | 24-144 h<br>p. m. | 24-168 h<br>p. m. | 24-192 h<br>p. m. |
| <b>EZ-Driploss</b><br>24-48 h p.m.  | 18     | 0,92                         | 0,93             | 0,89              | 0,90              | 0,90              |
| <b>EZ-Driploss</b><br>24-72 h p.m.  | 18     | 0,92                         | 0,93             | 0,91              | 0,92              | 0,92              |
| <b>EZ-Driploss</b><br>24-144 h p.m. | 18     | 0,86                         | 0,88             | 0,90              | 0,90              | 0,90              |
| <b>EZ-Driploss</b><br>24-168 h p.m. | 18     | 0,86                         | 0,87             | 0,88              | 0,88              | 0,88              |
| <b>EZ-Driploss</b><br>24-192 h p.m. | 18     | 0,83                         | 0,84             | 0,84              | 0,84              | 0,85              |

Die größeren Abweichungen bei der EZ-Driploss-Methode, die auch von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (WITTMANN et al. 2006) beobachtet wurden, lassen sich durch Inhomogenitäten in einer Scheibe des Rückenmuskels erklären. Mitunter sind innerhalb einer Scheibe hellere und dunklere Partien zu erkennen (Abbildung 16), die durch unterschiedliche Fleischqualitäten z. B. hinsichtlich des Safthaltevermögens charakterisiert sein können. Zum anderen kann eine inhomogene Verteilung des intramuskulären Fetts innerhalb der Scheibe das Safthaltevermögen der beiden EZ-Driploss-Proben beeinflussen. Diese Probleme bestehen bei der Bag-Methode nicht, weil hier die gesamte Scheibe für die Untersuchung genutzt wird.





**Abbildung 16: Schweinefleischscheibe vom Rückenmuskel mit inhomogener Farbhelligkeit**

Aus der Tabelle 18 sind die Korrelationen des Tropfsaftverlustes (Bag-Methode) mit anderen Qualitätsparametern zu entnehmen. Auffallend ist die gute Korrelation zum Py-Wert 48 h p. m. (-0,75 bis -0,79). Der pH-Wert 45 min p. m. korreliert ebenfalls gut mit dem Tropfsaftverlust (-0,63 bis -0,72). Dagegen zeigte der Farbhelligkeitswert, der mit dem Opto-Star gemessen wurde, eine schlechte Korrelation zum Tropfsaftverlust (-0,11 bis -0,26).

Die guten Korrelationen des Py- und pH-Wertes zum Tropfsaftverlust werden interessant, wenn man das Saffthaltevermögen von Fleisch über Schnellmethoden abschätzen will. Sowohl die Bag- als auch die EZ-Driploss-Methode sind arbeits- und zeitaufwändige Methoden und für die Anwendung am Schlachthof ungeeignet.

**Tabelle 18: Korrelationen zwischen dem Tropfsaftverlust (Bag-Methode) und anderen Qualitätsparametern**

| Parameter                               | Anzahl | Tropfsaftverlust/Bag-Methode |                  |                   |                   |                   |
|---|--------|------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|   |        | 24-48 h<br>p. m.             | 24-72 h<br>p. m. | 24-144 h<br>p. m. | 24-168 h<br>p. m. | 24-192 h<br>p. m. |
| pH 45 min p. m.                         | 18     | - 0,72                       | - 0,72           | - 0,63            | - 0,65            | - 0,63            |
| pH 24 h p. m.                           | 18     | 0,13                         | - 0,05           | - 0,17            | - 0,15            | - 0,16            |
| LF 45 min p. m.                         | 18     | 0,52                         | 0,52             | 0,41              | 0,42              | 0,40              |
| LF 24 h p. m.                           | 18     | 0,62                         | 0,66             | 0,56              | 0,60              | 0,60              |
| Py 48 h p. m.                           | 18     | - 0,78                       | - 0,79           | - 0,76            | - 0,77            | - 0,75            |
| Farbhelligkeit,<br>Opto-Star 24 h p. m. | 18     | - 0,11                       | - 0,20           | - 0,24            | - 0,26            | - 0,26            |

#### Vorversuche mit der Filterpapier-Pressmethode

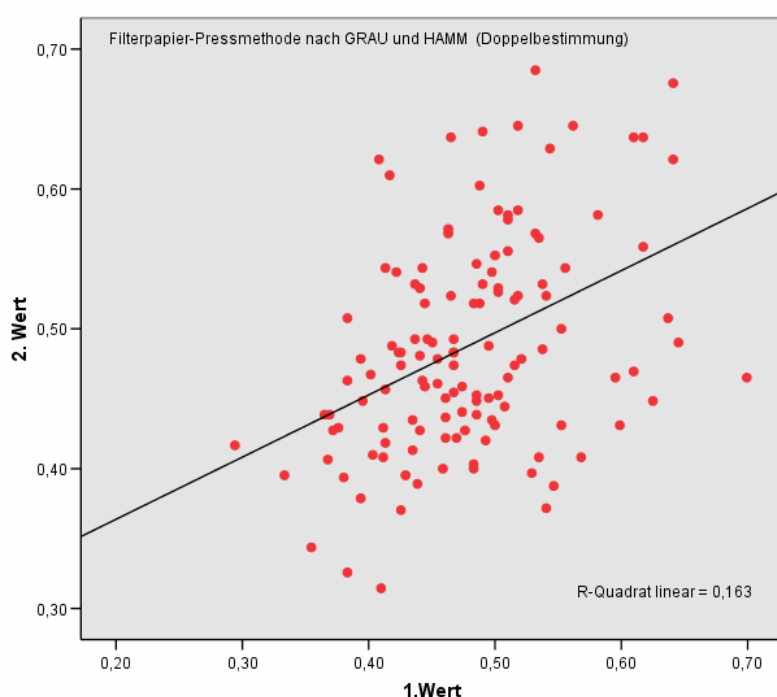
In die Vorversuche mit der Filterpapier-Pressmethode wurden 128 Tiere der Kreuzungen Pi x DL (n=4) und Pi x DE/DL (n=124) aus dem dritten Teilschritt des Vorhabens, die im Betrieb B geschlachtet wurden, einbezogen. Darunter befanden sich 64 weibliche Tiere und 64 männliche Kastrate. Auf Grund der abzusehenden schlechten Korrelation zwischen den Doppelbestimmungen der Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM wurde die ursprünglich festgelegte Tierzahl von 50 erhöht. Jeweils von der linken Schlachthälfte wurde am Tag nach der Schlachtung ein Fleischstück vom Rückenmuskel (Musculus longissimus) mit Knochen entnommen. Dieses Fleischstück hatte die Stärke von drei Rippen (12.-14. Rippe). Aus dieser Probe wurden im Labor zwei Fleischscheiben gewonnen. Die eine Fleischscheibe diente zur Untersuchung mittels Bag-Methode, die andere für die SB-Verpackung.

Bei diesem Teilabschnitt des Vorhabens war zu prüfen, inwieweit die Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM für eine Vorhersage des Tropfsaftverlustes der SB-verpackten Scheibe nach sieben Tagen geeignet ist. Die Bestimmung des Saffhaltevermögens mittels Filterpapier-Pressmethode erfolgte jeweils als Doppelbestimmung. In der Tabelle 19 sind die Ergebnisse festgehalten.

Die Filterpapier-Pressmethode ergab eine äußerst schwache Korrelation zwischen den Werten der Doppelbestimmung dieser Methode. Der Korrelationskoeffizient zwischen den Doppelbestimmungen lag mit 0,40 sehr niedrig (Abbildung 17).

**Tabelle 19: Ergebnisse der Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM**

| Filterpapier-Pressmethode<br>nach GRAU & HAMM | Q = Fleischfläche/Presssaftfläche |            |         |         |                    |
|---|-----------------------------------|------------|---------|---------|--------------------|
|   | Anzahl                            | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
| 1.Wert  | 128                               | 0,48       | 0,29    | 0,70    | 0,07               |
| 2.Wert  | 128                               | 0,49       | 0,31    | 0,73    | 0,08               |
| Mittelwert                                    | 128                               | 0,48       | 0,35    | 0,66    | 0,06               |



**Abbildung 17: Gegenüberstellung der Doppelbestimmungen der Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM**

Zu den Fleischqualitätsparametern wie Tropfsaftverlust, Farbhelligkeit, Py-Wert und intramuskulärer Fettgehalt korreliert die Filterpapier-Pressmethode sehr schlecht. Die Korrelationskoeffizienten sind in der Tabelle 20 zusammengefasst. Zum Tropfsaftverlust der SB-Verpackung nach 192 h p. m. korrelierte die Presssaftmethode nur mit -0,28 (Abbildung 18).

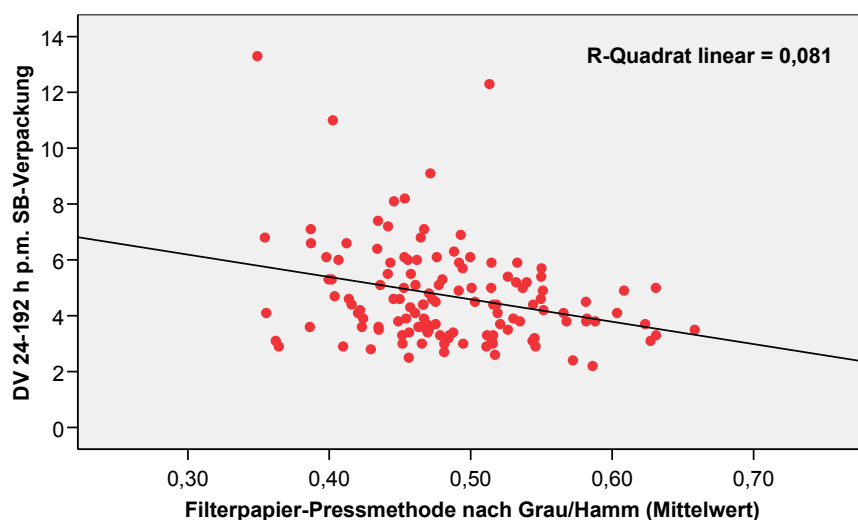
**Tabelle 20: Korrelationen zwischen der Filterpapier-Pressmethode und anderen Fleischqualitätsparametern**

|   | Anzahl | L*-Wert 24 h<br>p. m. | DV 24-48 h<br>p. m. (Bag) | DV 24-192 h<br>p. m. (SB) | IMF-<br>Gehalt % | Py-Wert<br>24 h p. m. |
|---|--------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|
| Filterpapier-Pressmethode nach<br>GRAU & HAMM<br>(Mittelwert) | 128    | -0,29                 | -0,34                     | -0,28                     | 0,07             | 0,38                  |

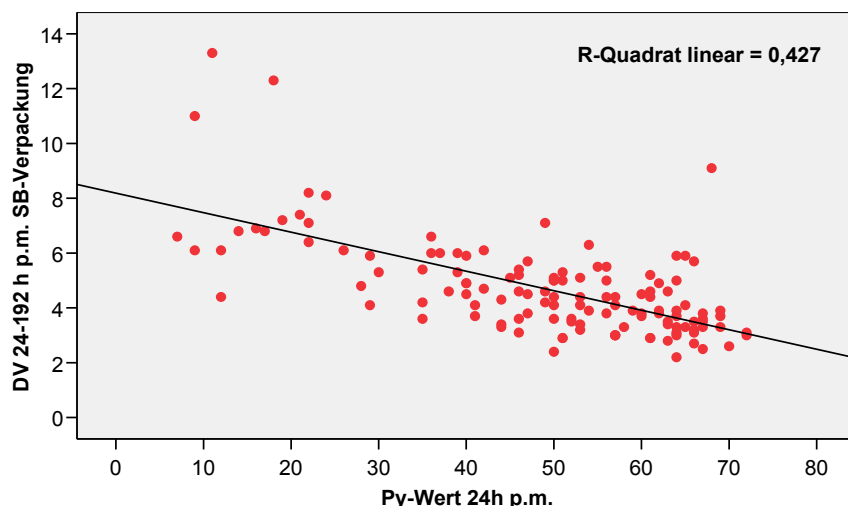
Die schlechte Korrelation der Filterpapier-Pressmethode zum Tropfsaftverlust der SB-Verpackung nach Lagerung von sieben Tagen kann nicht vordergründig durch eine geringe Streuung der Fleischqualität der 128 Tiere erklärt werden. Aus den Abbildungen 19 und 20 ist ersichtlich, dass die Py-Werte 24 h p.m. in einem breiten Bereich (7-72) streuen. Der Tropfsaftverlust der SB-Verpackung und der Bag-Methode korrelieren gut mit dem Py-Wert ( $r = 0,65$  bzw.  $0,70$ ).

Die Ursache für die schlechte Korrelation der Filterpapier-Pressmethode mit den Tropfsaftverlusten muss in der Methode selbst gesucht werden. Aufgrund der in der Filterpapier-Pressmethode eingesetzten Fleischmenge von nur 0,3 g sind die zum Teil erheblichen Unterschiede in der Doppelbestimmung nicht unerwartet. LUTZ et al. (1994) haben in eigenen Untersuchungen zur Filterpapier-Pressmethode ebenfalls die Ungenauigkeit bzw. geringe Präzision dieser Methode beschrieben.

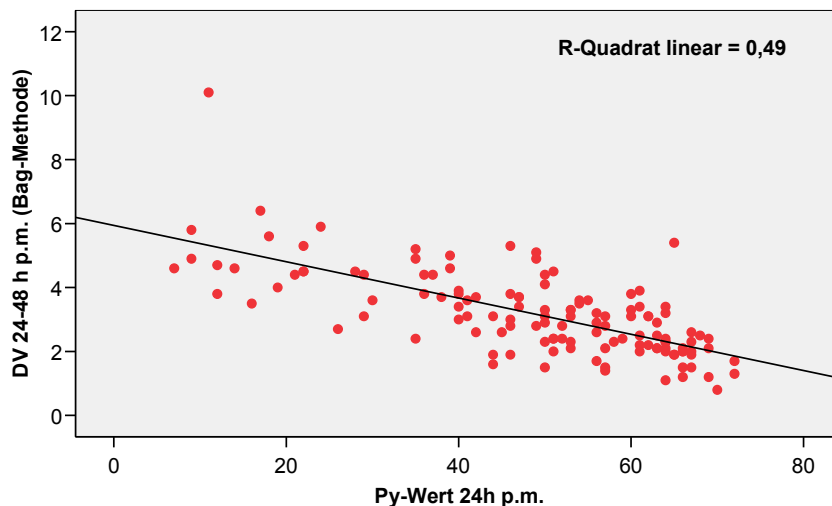
Je größer die Probenmenge, desto genauer wird die Bestimmung insbesondere beim Auftreten von Inhomogenitäten innerhalb der Fleischscheibe. Diese Tatsache zeigte sich schon beim Vergleich der Bag- mit der EZ-Driploss-Methode im Vorversuch. Weil bei der Filterpapier-Pressmethode ein äußerer Druck auf das Fleisch einwirkt, kommt es im Fleisch zur Zerstörung von Zellmembranen. Dadurch tritt auch beim Fleisch guter Qualität nicht nur extrazellulärer Fleischsaft, sondern auch Fleischsaft aus dem Zellinneren aus.



**Abbildung 18: Gegenüberstellung von Filterpapier-Pressmethode und Tropfsaftverlust der SB-Verpackung nach Lagerung von sieben Tagen (n=128)**



**Abbildung 19: Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p. m. und Tropfsaftverlust der SB-Verpackung nach Lagerung von sieben Tagen (n=128)**



**Abbildung 20: Gegenüberstellung von Py-Wert 24h p.m. und Tropfsaftverlust 24-48 h p.m. der Bag-Methode (n=128)**

BEUTLING & SEIFERT (2003) wiesen auch darauf hin, dass die Zartheit des Fleisches das Ergebnis der Filterpapier-Pressmethode stark beeinflusst, weil über sie die Fleischpressfläche bestimmt wird. Zudem befinden sich im Filterpapier nach Aussagen der Autoren unter der Fleischpressfläche geringere Wassermengen im Vergleich zu den Randzonen der Pressprobe.

Zusätzlich hat der pH-Wert einen großen Einfluss auf das Safthaltevermögen. HONIKEL (1986) führt die Unterschiede in der Filterpapier-Pressmethode, unmittelbar nach der Schlachtung (1 h p. m.) gemessen, vorrangig auf Unterschiede im pH-Wert von Fleisch guter Qualität und von PSE-Fleisch und nicht unmittelbar auf die Wässrigkeit von PSE-Fleisch zurück. Zwischen Tropfsaftverlust und Pressquotienten der Filterpapier-Pressmethode besteht eine pH-Wert bedingte Abhängigkeit. Je höher der pH-Wert ist, desto besser ist das Safthaltevermögen. So besitzt DFD-Fleisch (dark, firm, dry) mit End-pH-Werten > 6,0 auch nach 24 h p. m. über ein ausgeprägtes Safthaltevermögen.

Im Vorhaben wurde die Filterpapier-Pressmethode zu einem Zeitpunkt (24 h p. m.) eingesetzt, zu dem der End-pH-Wert bereits erreicht war. Im Mittel lagen die End-pH-Werte bei 5,5. Der höchste pH-Wert wurde mit 5,6 gemessen. Aufgrund der geringen Streuung der End-pH-Werte um 5,5 ist eine ausreichende Differenzierung nach dem Safthaltevermögen mittels Filterpapier-Pressmethode nicht möglich.

## 3.2 Ergebnisse der Untersuchungen an Reinzuchttieren

Die Untersuchungen an Reinzuchttieren der Rasse DL umfasste die Bestimmung von Fleischqualitätsparametern an 58 Schweinen. Am Schlachthof und im Labor wurden ausgewählte Qualitätsparameter erfasst. In der Tabelle 21 wird eine Übersicht über die Statistik der einzelnen untersuchten Parameter gegeben.

Die untersuchten Fleischproben der Reinzuchttiere vom Schlachthof A zeigten zum Teil eine geringe Streuung in der Fleischqualität. Dadurch ist eine Betrachtung von Korrelationen nur bedingt möglich. Betrachtet man die Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. der Bag-Methode LPA (Tabelle 21), so ist festzustellen, dass die Werte im Mittel bei 2,6 % lagen. Lediglich bei neun Proben wurde ein Tropfsaftverlust von > 4,0 % (CMA-Richtwert für Qualitätsschweinefleisch) ermittelt. Von diesen neun Proben wies eine Probe einen Tropfsaftverlust von > 5,0 % auf. Bis 5,0 % kann von guter Qualität gesprochen werden. Werte darüber hinaus deuten auf ein gemindertes Safthaltevermögen hin. Nur bei sechs Proben lag der Py-Wert 24 h p. m., am Rückenstück im Labor gemessen,  $\leq 45$  (Abbildung 21).

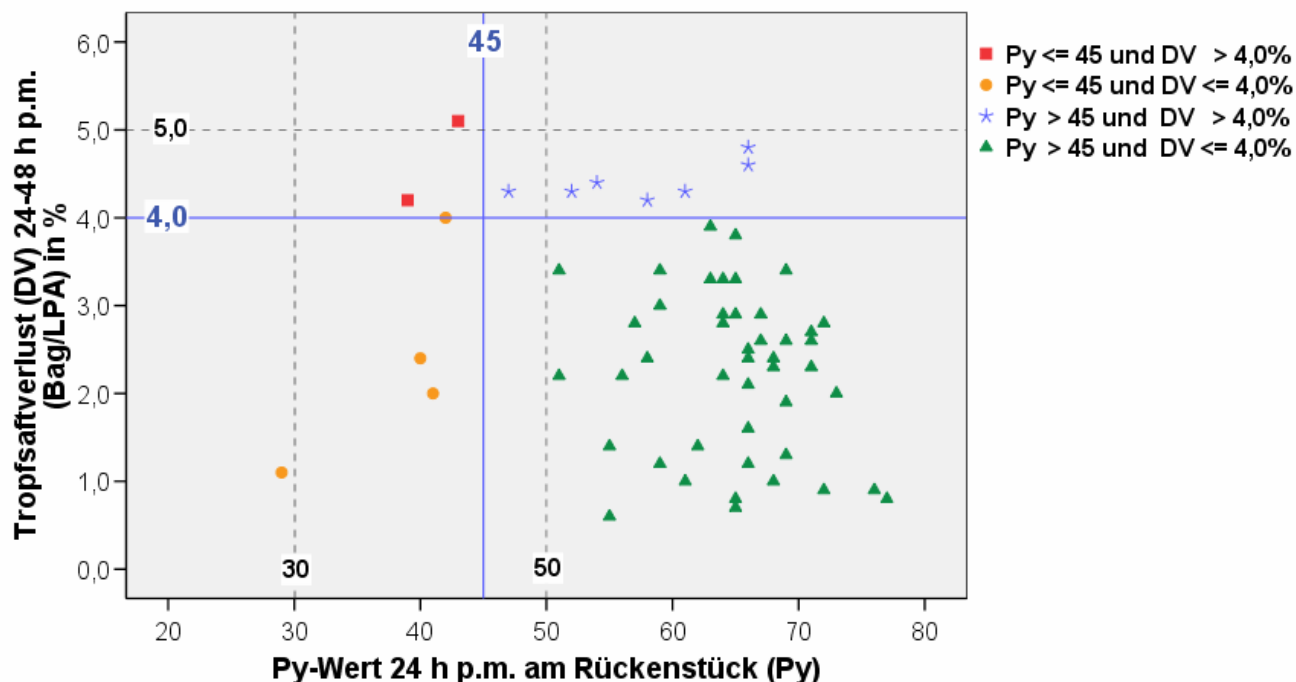


Abbildung 21: Gegenüberstellung von Py-Werten 24 h p. m., im Labor am Rückenstück gemessen, und Tropfsaftverlusten (Bag-Methode, LPA, 24-48 h p. m.)

Tabelle 21: Beschreibende Statistik von ausgewählten Fleischqualitätsparametern

|  | Anzahl | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|--|--------|------------|---------|---------|--------------------|
| pH-Wert 24 h p. m.                     | 57     | 5,6        | 5,4     | 6,2     | 0,2                |
| Farbhelligkeit (Opto-Star) 24 h p. m.  | 57     | 73,6       | 58,5    | 90,8    | 7,8                |
| Leitfähigkeit 24 h p. m. [mS/cm]       | 57     | 4,04       | 2,29    | 7,76    | 1,15               |
| Py-Wert 24 h p. m. am Schlachtkörper   | 57     | 57         | 42      | 72      | 8                  |
| DV 24-48h p. m. (Bag, LPA) [%]         | 58     | 2,6        | 0,6     | 5,1     | 1,2                |
| L*-Wert 24 h p. m.                     | 58     | 49,4       | 40,1    | 55,9    | 4,1                |
| a*-Wert 24 h p. m.                     | 58     | 6,4        | 4,4     | 8,6     | 1,1                |
| b*-Wert 24 h p. m.                     | 58     | 1,0        | -1,9    | 4,7     | 1,4                |
| IMF-Gehalt [%]                         | 58     | 1,02       | 0,56    | 1,66    | 0,26               |
| Py-Wert 24 h p. m. (im Labor gemessen) | 58     | 61         | 29      | 77      | 10                 |
| DV 24-48 h p. m. (Bag) [%]             | 58     | 2,5        | 0,7     | 6,1     | 1,2                |
| DV 24-72 h p. m. (Bag) [%]             | 58     | 4,7        | 1,2     | 9,5     | 1,9                |
| DV 24-144 h p. m. (Bag) [%]            | 58     | 8,0        | 2,5     | 13,1    | 2,7                |
| DV 24-168 h p. m. (Bag) [%]            | 58     | 8,9        | 3,0     | 13,6    | 2,7                |
| DV 24-192 h p. m. (Bag) [%]            | 58     | 9,4        | 3,4     | 13,9    | 2,7                |
| DV 24-192 h p. m. (SB) [%]             | 58     | 4,1        | 2,6     | 7,2     | 0,9                |
| L*-Wert 192 h p. m. (SB)               | 58     | 52,0       | 44,1    | 57,6    | 3,5                |
| a*-Wert 192 h p. m. (SB)               | 58     | 5,9        | 3,2     | 7,6     | 1,0                |
| b*-Wert 192 h p. m. (SB)               | 58     | 3,6        | 0,8     | 5,8     | 1,1                |

Betrachtet man die Py-Werte 24 h p. m., am Schlachtkörper gemessen (Abbildung 22, Anzahl der Tiere = 57), so ist festzustellen, dass lediglich an zwei Schlachtkörpern Werte von  $\leq 45$  gemessen wurden. Die Messung der Py-Werte im Labor am Rückenstück erfolgte ca. zwei Stunden später als am Schlachthof. Beide Py-Werte (Schlachthof und Labor) korrelieren mit  $r = 0,40$  nur mittelmäßig miteinander (Abbildung 23).

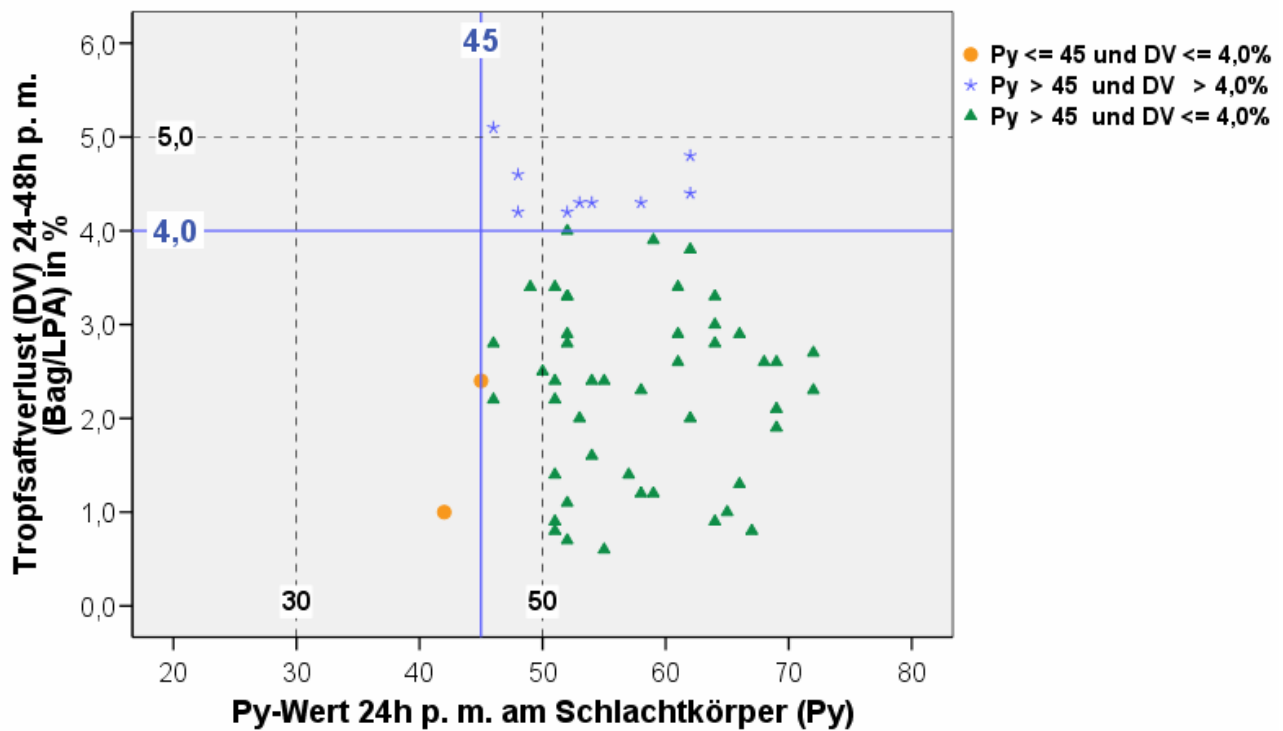


Abbildung 22: Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p. m., im Schlachthof am Schlachtkörper gemessen, und Tropfsaftverlust (Bag-Methode, 24-48 h p. m.)

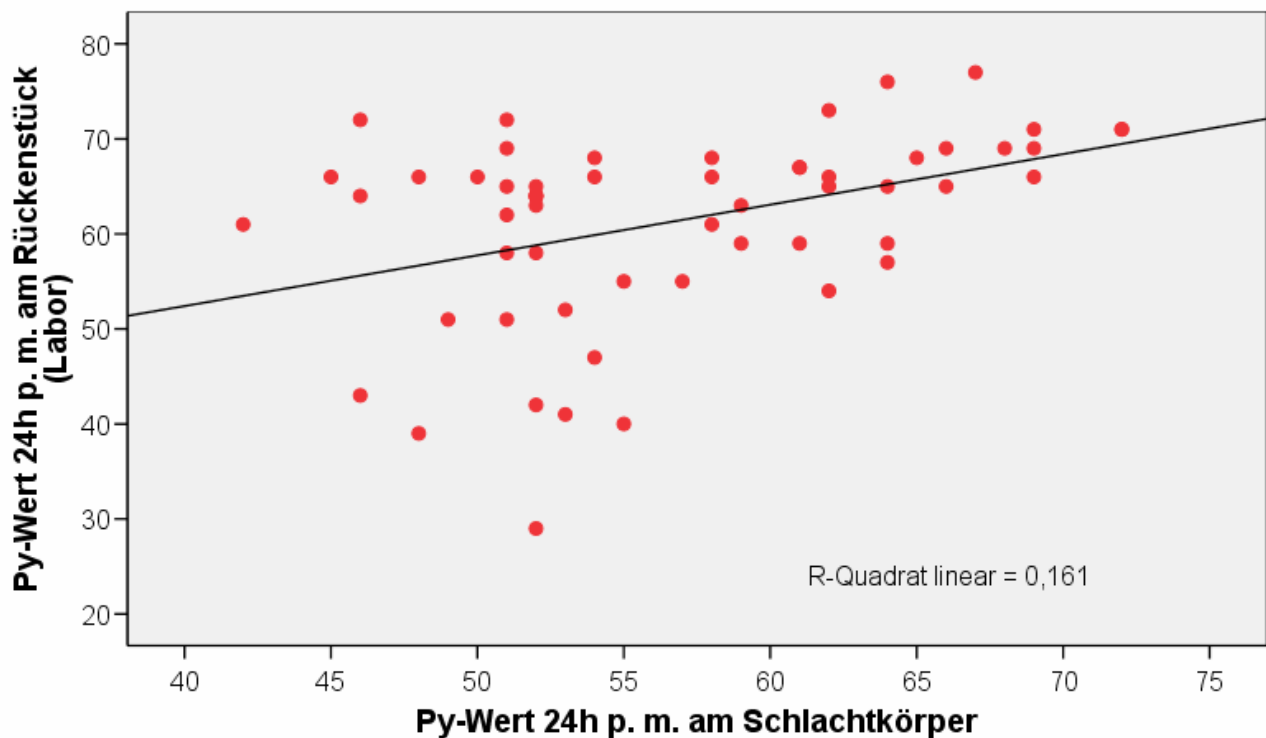


Abbildung 23: Gegenüberstellung der Py-Werte, 24 h p. m., am Schlachtkörper und am ausgelösten Rückenstück gemessen

In den Abbildungen 24 und 25 sind die Py-Werte 24 h p. m., am Schlachtkörper und Rückenstück gemessen, dem Tropfsaftverlust der SB-verpackten Fleischscheibe gegenübergestellt. Aus der Abbildung 25 ist ersichtlich, dass unter den 57 untersuchten Schweinefleischproben keine Probe mit niedrigem Py-Wert am Schlachtkörper ( $\leq 45$ ) und gleichzeitig hohem Tropfsaftverlust der SB-Fleischscheibe ( $> 4,0\%$ ) auftraten. Die Untersuchungen am Rückenstück im Labor ergab vier Proben,

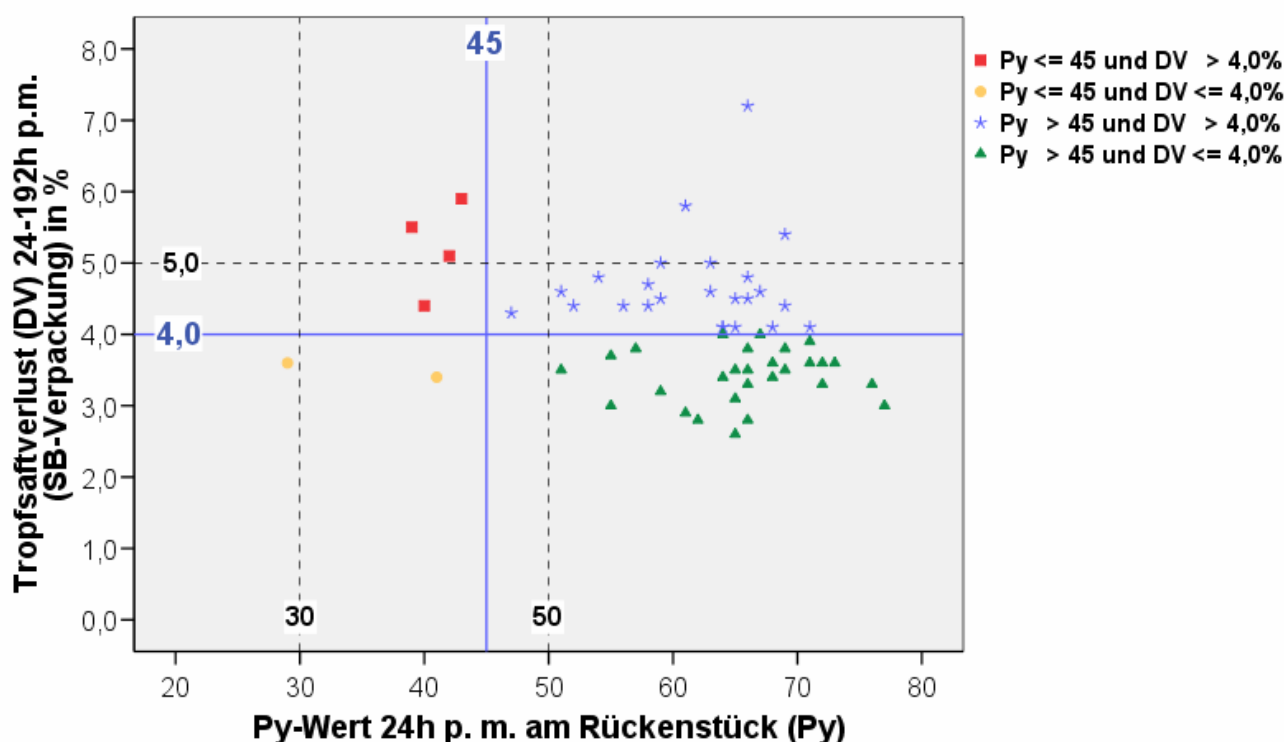
die einen Py-Wert von  $\leq 45$  bei gleichzeitigem Tropfsaftverlust von  $> 4,0\%$  aufwiesen (Abbildung 24). In der Regel werden am Schlachtkörper im Vergleich zum ausgelösten Rückenstück höhere Py-Werte gemessen. Auf diese zerlegebedingten Differenzen wurde bereits von SCHÖBERLEIN et al. (1999) hingewiesen.

Mit dem Py-Wert 24 h p. m., am ausgelösten Rückenstück im Labor gemessen, werden bei einem Grenzwert von  $4,0\%$  für den Tropfsaftverlust 55,2 % der Proben hinsichtlich des Saffthaltevermögens der SB-verpackten Fleischscheibe korrekt beurteilt. D. h., ein hoher Py-Wert ( $> 45$ ) entspricht niedrigen Tropfsaftverlusten und umgekehrt. Bei einem Grenzwert von  $5,0\%$  (siehe gestrichelte Linie in Abbildung 24) steigt die korrekte Beurteilung auf 89,7 %.

Mit dem Py-Wert 24 h p. m., am Schlachtkörper im Schlachthof gemessen, werden bei einem Grenzwert von  $4,0\%$  für den Tropfsaftverlust 49,1 % der Proben hinsichtlich des Saffthaltevermögens der SB-verpackten Fleischscheibe korrekt beurteilt. Bei einem Grenzwert von  $5,0\%$  (siehe gestrichelte Linie in Abbildung 25) steigt die korrekte Beurteilung auf 86,0 %.

Bei der Leitfähigkeit wurde nur an drei Proben eine Leitfähigkeit nach 24 h p. m. von  $\geq 6,0$  mS/cm am Schlachtkörper gemessen, wobei jeweils bei einer Probe ein Tropfsaftverlust nach siebentägiger Lagerung in der SB-Verpackung von  $< 4,0\%$ , zwischen  $4,0\%$  und  $5,0\%$  und  $> 5,0\%$  zu verzeichnen war (Abbildung 26).

Über die Leitfähigkeit 24 h p. m. werden bei einem Grenzwert von  $4,0\%$  für den Tropfsaftverlust 54,4 % der Proben hinsichtlich des Saffthaltevermögens der SB-verpackten Scheibe richtig bewertet. D. h., hohe Leitfähigkeitswerte spiegeln hohe Tropfsaftverluste bzw. niedrige Leitfähigkeitswerte niedrige Tropfsaftverluste wider. Bei einem Grenzwert von  $5,0$  (siehe gestrichelte Linie in der Abbildung 26) erhöht sich der Anteil korrekter Bewertungen auf 87,7 %.



**Abbildung 24: Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p. m., im Labor am Rückenstück gemessen, und Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, 24-192 h p. m.)**

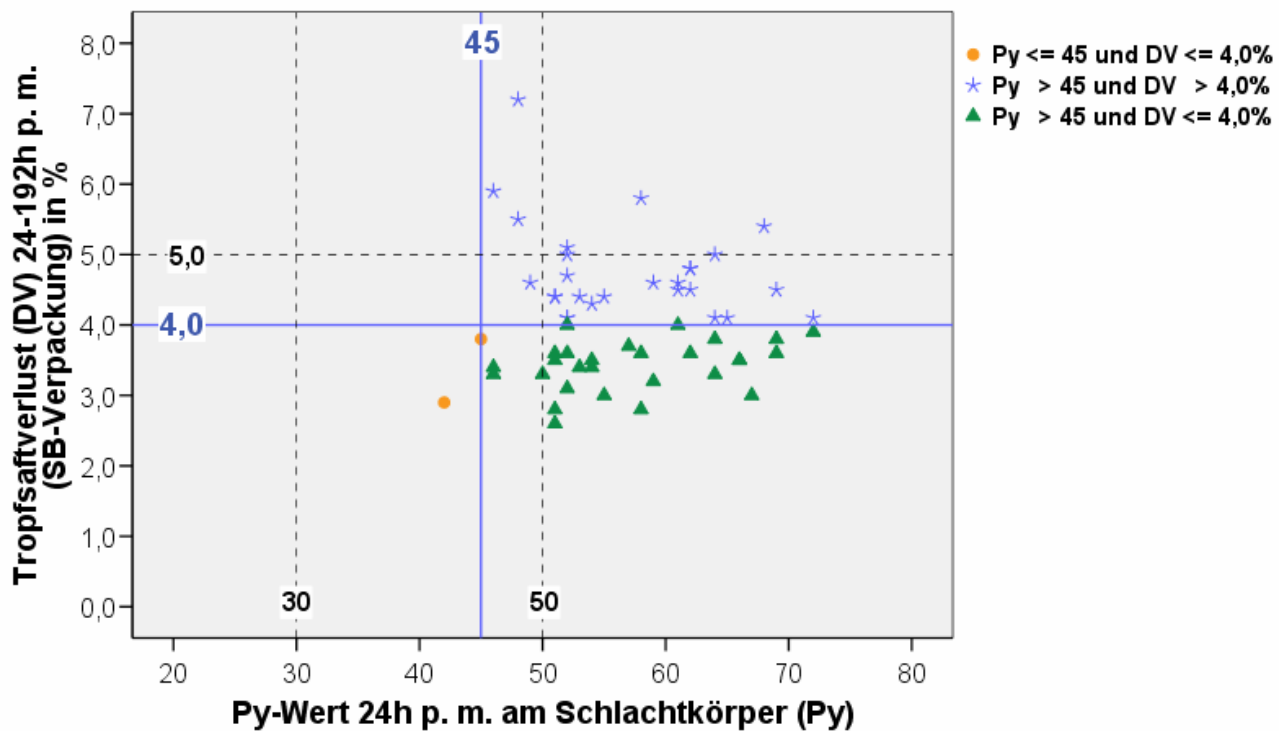


Abbildung 25: Gegenüberstellung von Py-Wert 24 h p. m., im Schlachthof am Schlachtkörper gemessen, und Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, 24-192 h p. m.)

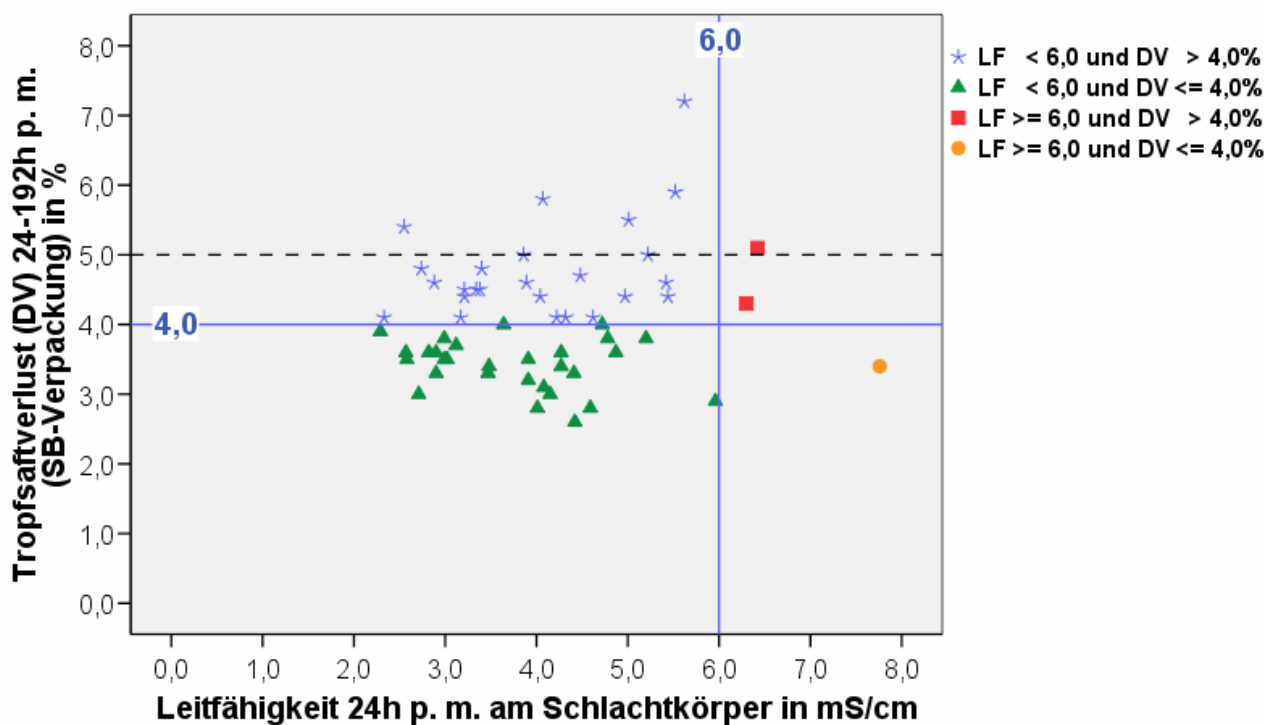
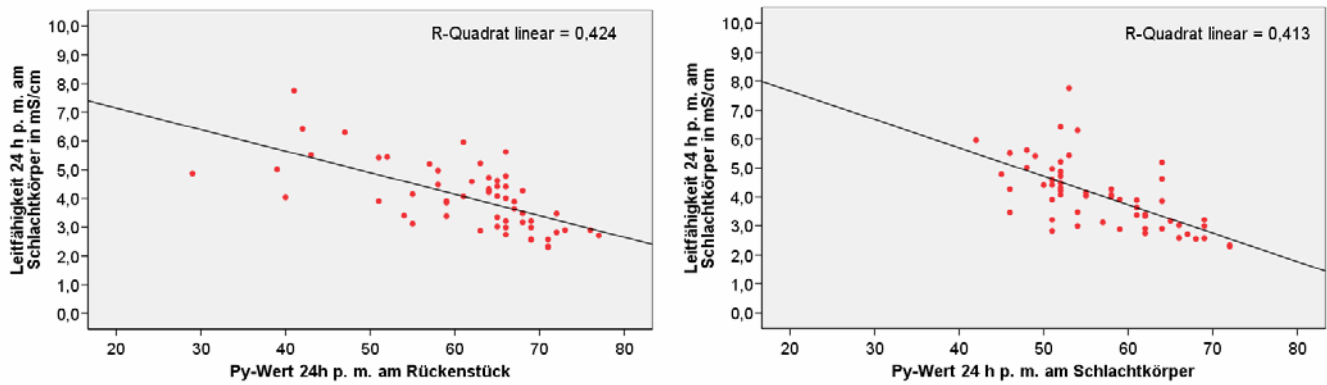


Abbildung 26: Gegenüberstellung von Leitfähigkeitwert 24 h p. m., im Schlachthof am Schlachtkörper gemessen, und Tropfsaftverlust (SB-Verpackung, 24-192 h p. m.)

Zwischen dem Py-Werten 24 h p. m. (Schlachtkörper und Rückenstück) und der Leitfähigkeit 24 h p. m., am Schlachtkörper gemessen, wurden Korrelationen von -0,65 und -0,64 ermittelt (Abbildung 27).

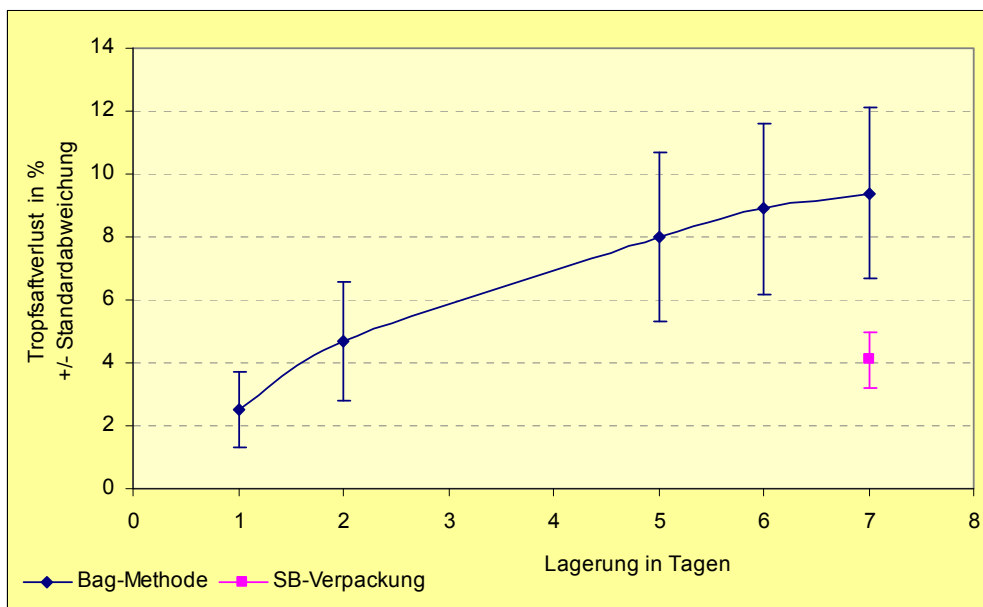




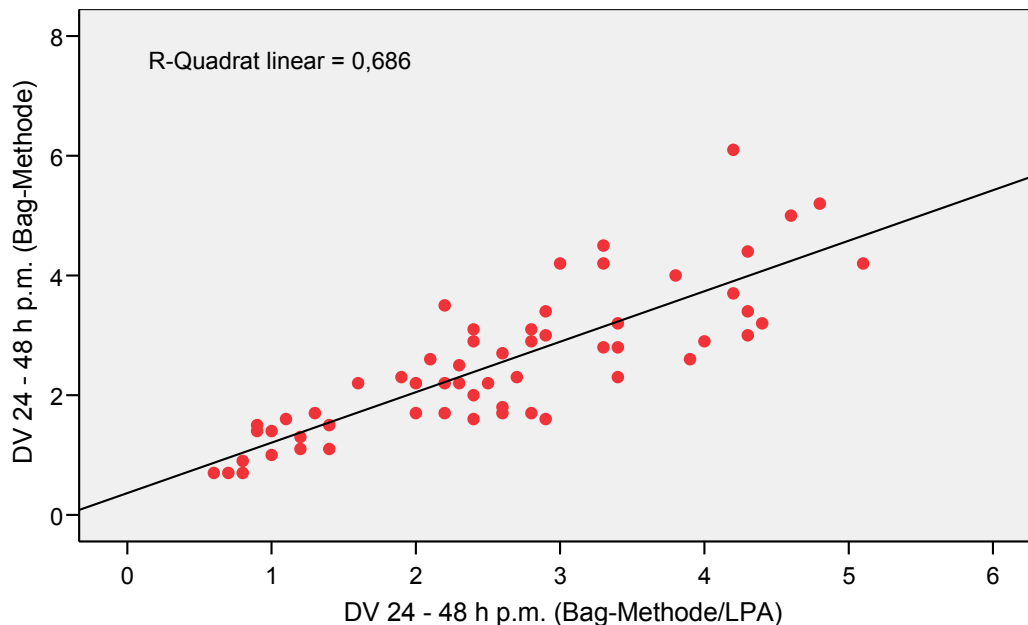
**Abbildung 27: Korrelationen zwischen den Py-Werten 24 h p. m. und der Leitfähigkeit 24 h p. m.**

Der Tropfsaftverlust steigt bei der Bag-Methode während der Lagerung über sieben Tage von durchschnittlich 2,5 % nach dem 1. Tag auf 9,4 % am 7. Tag. Dabei tritt in den ersten Tagen der größte Fleischsaftaustritt auf. Der Verlauf des Tropfsaftverlustes der Bag-Methode über die Lagerungszeit von sieben Tagen ist in der Abbildung 28 den Tropfsaftverlustwerten der SB-Scheibe 192 h p. m. gegenübergestellt.

Die Mittelwerte des Tropfsaftverlustes der beiden mit der Bag-Methode untersuchten Fleischscheiben, in der Abbildung 29 mit LPA und BAG bezeichnet, sind mit jeweils 2,6 % bzw. 2,5 % nahezu identisch. Die Korrelation ist mit  $r = 0,83$  erwartungsgemäß gut.



**Abbildung 28: Vergleich des Tropfsaftverlustes der verschiedenen Methoden in Verlaufsdarstellung**



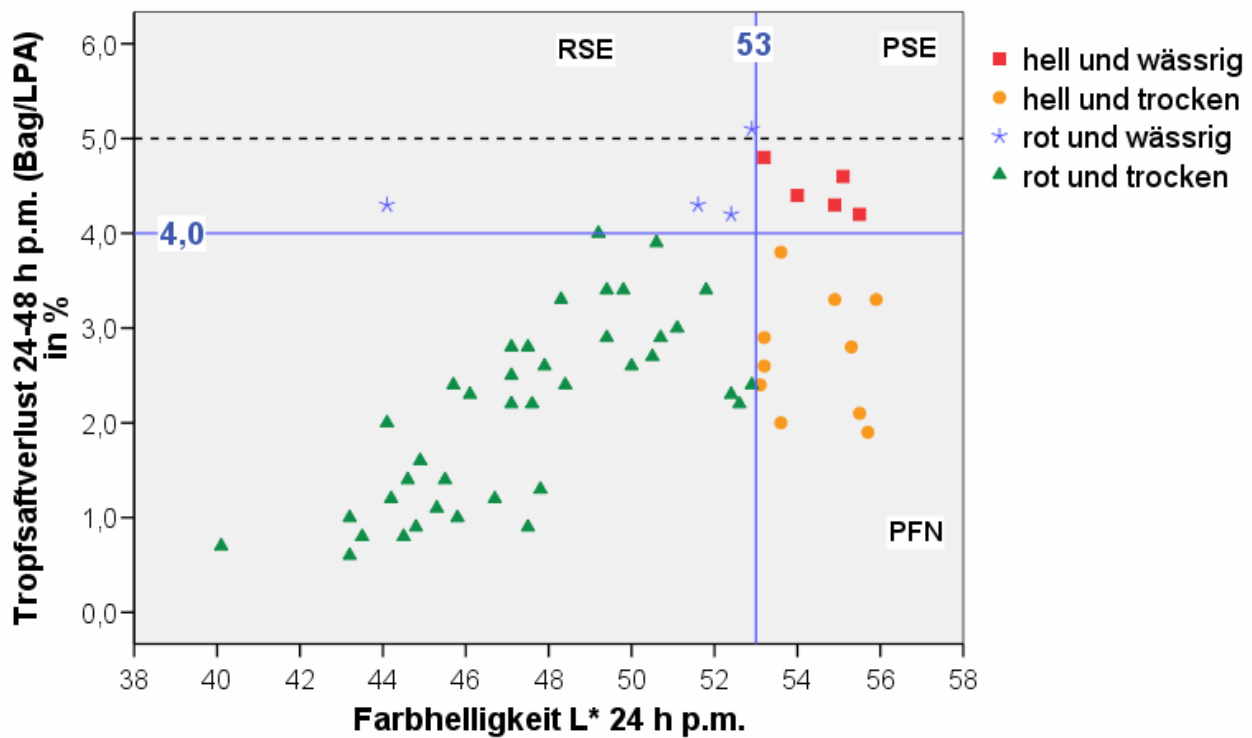
**Abbildung 29: Gegenüberstellung der Tropfsaftverluste (DV) der beiden mit der Bag-Methode untersuchten Fleischscheiben**

Der Tropfsaftverlust der SB-verpackten Fleischscheibe nach sieben Tagen lag bei durchschnittlich 4,1 % (Tabelle 21). Mit der Bag-Methode wurde nach sieben Tagen mit durchschnittlich 9,4 % gegenüber der SB-Verpackung ein deutlich höherer Wert ermittelt. Dies ist sicherlich der unterschiedlichen Versuchsmethodik (Zuschnitt der Scheibe: mit und ohne Bindegewebe; Art der Lagerung: hängend und liegend sowie tägliches Abtupfen) zuzuschreiben.

Hinsichtlich der Farbhelligkeit  $L^*$  24 h p. m. überschritten 15 Proben den CMA-Richtwert von 53. Davon lagen die Werte von sieben Proben in einem Bereich von 53 bis 54 und von acht Proben zwischen 54 und 56 (Abbildung 30). Gleichzeitig fielen neun Proben mit einem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag/LPA) von mehr als 4,0 % auf. In der Abbildung sind diese Proben in vier Gruppen eingeteilt. Diese Gruppen sind wie folgt definiert:

- hell und wässrig ( $L^*$  24 h p. m. > 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. > 4,0 %)
- hell und trocken ( $L^*$  24 h p. m. > 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. ≤ 4,0 %)
- rot und wässrig ( $L^*$  24 h p. m. ≤ 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. > 4,0 %)
- rot und trocken ( $L^*$  24 h p. m. ≤ 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. ≤ 4,0 %).

Lediglich fünf Proben lagen in einem Bereich, der bei den oben festgelegten Grenzwerten für helles und wässriges Fleisch charakteristisch ist.



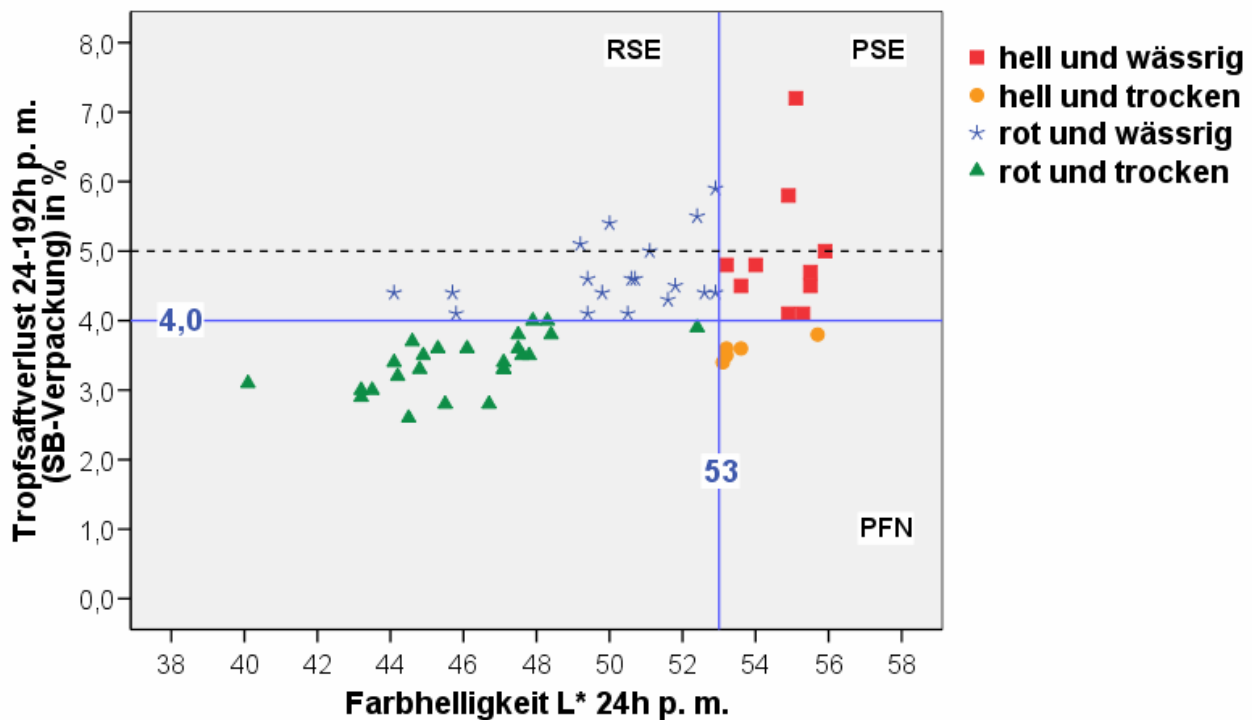
**Abbildung 30: Gegenüberstellung von Farbhelligkeitswerten L\* und Tropfsaftverlusten (Bag-Methode, LPA) 24-48 h p. m.**

Neben den bekannten Fleischqualitätsmängeln PSE (**p**ale, **s**oft, **e**xudativ) und DFD (**d**ark, **f**irm, **d**ry) werden in der Fachliteratur weitere Qualitätsabweichungen beim Schwein beschrieben. Zum einen wird vom RSE-Mangel (**r**eddish, **s**oft, **e**xudativ) gesprochen. Dieses Fleisch besitzt eine ansprechende Farbe bei reduziertem Saffthaltevermögen (erhöhter Fleischsaftverlust). Zum anderen beobachtet man beim Schweinefleisch auch die als PFN (**p**ale, **f**irm, **n**on-exudativ) bezeichnete Qualitätsabweichung. Fleisch mit PFN-Charakter ist trotz blasser Farbe nicht wässrig. Die Qualitätsmängel PSE, RSE und PFN können den oben genannten Gruppen wie folgt zugeordnet werden:

|                    |                                       |
|--------------------|---------------------------------------|
| ■ hell und wässrig | PSE-Fleisch                           |
| ■ hell und trocken | PFN-Fleisch                           |
| ■ rot und wässrig  | RSE-Fleisch                           |
| ■ rot und trocken  | Fleisch guter bis sehr guter Qualität |

Sowohl das PSE- als auch das RSE-Fleisch haben für fleischverarbeitende Betriebe eine Bedeutung, weil sie aufgrund des schlechten Saffthaltevermögens und dem damit verbundenen erhöhten Gewichtsverlust nach der Schlachtung zu wirtschaftlichen Einbußen führen.

Vergleicht man die Farbhelligkeitswerte L\* 24 h p. m. mit den Tropfsaftverlusten der SB-verpackten Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung unter Berücksichtigung des Grenzwertes von 4,0 % für den Tropfsaftverlust, lagen die Werte von 10 Proben in dem für helles und wässriges Fleisch (PSE) charakteristischen Bereich (Abbildung 31), weitere 18 Proben im Bereich für rotes und wässriges Fleisch (RSE). Für die SB-verpackte Fleischscheibe sollte ein Tropfsaftverlust von 5,0 % durchaus noch akzeptabel sein. Wird dieser Wert berücksichtigt, liegen nur noch zwei Proben im PSE-Bereich und vier Proben im RSE-Bereich.



**Abbildung 31: Gegenüberstellung von Farbhelligkeitswerten L\* 24 h p. m. und Tropfsaftverlusten (SB-Verpackung) nach siebentägiger Lagerung**

Weil die Farbe ein kaufentscheidendes Merkmal für den Verbraucher darstellt, wurde dieser Parameter in die Untersuchungen der SB-Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung einbezogen. Die Farbmessung an der SB-Scheibe erfolgte an der Oberseite am alten Anschnitt. In der Tabelle 22 sind die Ergebnisse zusammengestellt. Eine wesentliche Änderung im Aussehen konnte an der SB-Fleischscheibe visuell nicht beobachtet werden. Der Farbhelligkeitswert (L\*-Wert, Minolta CR-300) des Fleisches ist innerhalb einer Woche im Mittel um 2,6 angestiegen. Das Fleisch wurde geringfügig heller. Der Wert für den Rotton a\* ist während der Lagerung von sieben Tagen bei 4 °C um 0,5 gesunken. In den Abbildungen 32 und 33 sind für die Farbhelligkeit L\* und den Rotton a\* die Werte in Form eines Boxplot-Diagramms dargestellt.

**Tabelle 22: Farbwerte (L\*, a\*, b\*) nach 24 h und 192 h p. m.**

|                          | Anzahl | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|--------------------------|--------|------------|---------|---------|--------------------|
| L*-Wert 24 h p. m.       | 58     | 49,4       | 40,1    | 55,9    | 4,1                |
| a*-Wert 24 h p. m.       | 58     | 6,4        | 4,4     | 8,6     | 1,1                |
| b*-Wert 24 h p. m.       | 58     | 1,0        | -1,9    | 4,7     | 1,4                |
| L*-Wert 192 h p. m. (SB) | 58     | 52,0       | 44,1    | 57,6    | 3,5                |
| a*-Wert 192 h p. m. (SB) | 58     | 5,9        | 3,2     | 7,6     | 1,0                |
| b*-Wert 192 h p. m. (SB) | 58     | 3,6        | 0,8     | 5,8     | 1,1                |

Die pH-Werte 24 h p. m., am Schlachtkörper gemessen, lagen im Mittel um 5,6. Auffallend waren sieben Fleischproben mit pH-Werten > 5,8. Diese Proben hatten gleichzeitig sehr niedrige Tropfsaftverluste um 1 % nach 24-48 h p. m. bzw. um 3 % nach sieben Tagen SB-Lagerung (Abbildung 34). Die Farbhelligkeitswerte L\* lagen mit 40 bis 44 ebenfalls sehr niedrig. Bei den Proben variierte der Py-Wert zwischen 55 und 77. In der Gesamtheit sprechen diese Werte für das Vorliegen von DFD-Fleisch (dunkle Farbe, feste Konsistenz, gutes Safthaltevermögen). Damit wiesen ca. 12 % der untersuchten Fleischproben DFD-Charakter bzw. DFD-Verdacht auf. Dieser hohe DFD-Anteil ist für Schweinefleisch eher unüblich.

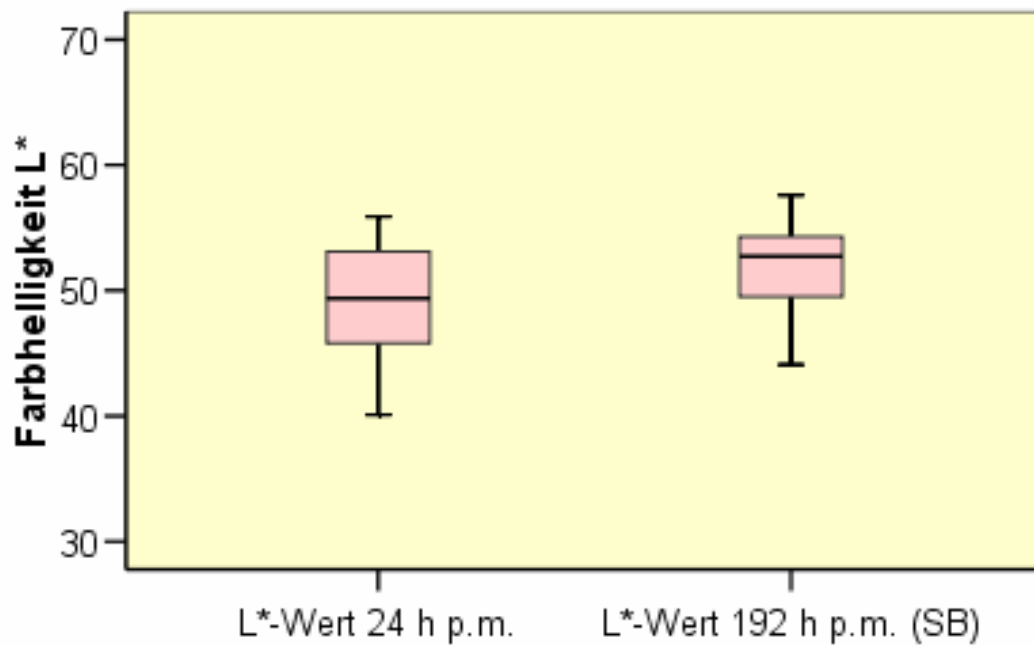


Abbildung 32: Farbhelligkeitswert  $L^*$  nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300

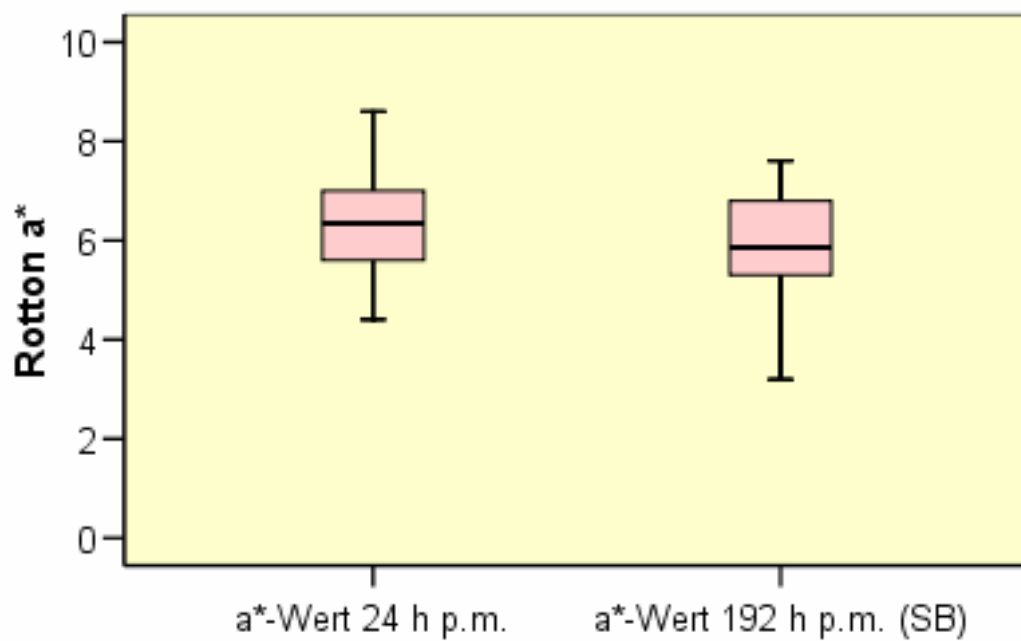
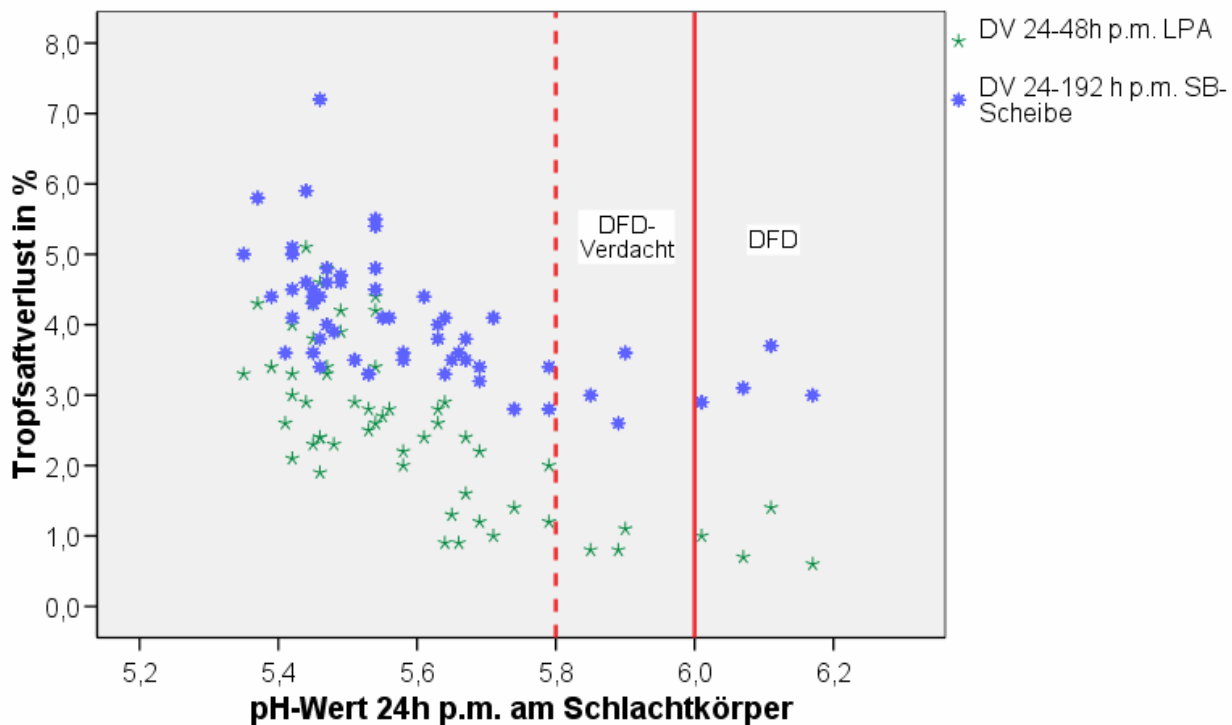


Abbildung 33: Rotton  $a^*$  nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300



**Abbildung 34: Gegenüberstellung von pH-Werten 24 h p. m. und Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m. (Bag, LPA ) und 24-192 h p. m. (SB)**

#### **Korrelationen der Fleischqualitätsparameter mit dem Tropfsaftverlust der SB-Verpackung**

Unter den Fleischqualitätsparametern korrelierte der pH-Wert 24 h p. m. im Rückenmuskel unerwartet gut mit den Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m. (Bag) bzw. 24-192 h p. m. (SB) (Tabelle 23). Die Korrelationskoeffizienten lagen zwischen -0,60 und -0,73. Normalerweise zeigen die pH-Werte von Schweinefleisch nach 24 h p. m. eher eine schlechte Korrelation zum Tropfsaftverlust (STEINBERG, BERGFELD, SCHÖBERLEIN 1998), weil nach 24 h über den pH-Wert lediglich eine DFD-Diagnostik möglich ist. Die pH-Werte von PSE-Fleisch und Fleisch guter Qualität nähern sich im Verlauf von 24 h an. Eine Unterscheidung ist zu diesem Zeitpunkt nicht mehr möglich.

Der hohe Anteil an DFD-Fleisch mit den hohen pH-Werten und den niedrigen Tropfsaftverlusten bewirkt vermutlich eine höhere Korrelation.

Sowohl der Farbhelligkeitswert OPTO-Star 24 h p. m. als auch der Farbhelligkeitswert L\* 24 h p. m. zeigten ebenfalls eine gute Korrelation zu den Tropfsaftverlusten.

Die Korrelationen der beiden Py-Werte 24 h p. m., am Schlachtkörper und am ausgelösten Rückenstück gemessen, zu den Tropfsaftverlusten der Bag-Methode 24-48 h p.m. und der sieben Tage gelagerten SB-verpackten Fleischscheibe sind mit -0,10 und -0,02 bzw. -0,27 und -0,25 äußerst niedrig. Dies liegt vermutlich an der geringen Streuung der Fleischqualität hinsichtlich des Saffthaltevermögens. Unter den 58 Fleischproben waren keine Proben mit ausgeprägtem PSE-Charakter. Wie oben bereits beschrieben, sind bei diesem Teilprojekt die ermittelten Korrelationen aufgrund der zum Teil geringen Streuung der Fleischqualität für eine Beurteilung der Methoden nicht unbedingt geeignet.

Die Werte des Tropfsaftverlustes aus der Bag-Methode zeigten mit 0,8 erwartungsgemäß recht hohe Korrelationen zum Tropfsaftverlust der SB-Verpackung nach 192 h p. m. (Tabelle 24). Somit kann mit der Bag-Methode 24-48 h p. m. der Tropfsaftverlust der SB-verpackten Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung sehr gut abgeschätzt werden.

**Tabelle 23: Korrelationen zwischen verschiedenen Fleischqualitätsparametern und den Tropfsaftverlusten (DV)**

|   | Anzahl | DV 24-48h p. m.<br>LPA | DV 24-48 h p. m.<br>(BAG) | DV 24-192 h p. m.<br>(SB) |
|---|--------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Py-Wert 24 h p. m.<br>(am Schlachtkörper) | 57     | -0,10                  | -0,08                     | -0,02                     |
| pH-Wert 24 h p. m.                        | 57     | -0,73                  | -0,66                     | -0,60                     |
| Leitfähigkeit 24 h p. m.                  | 57     | 0,25                   | 0,25                      | 0,18                      |
| Farbhelligkeit (Opto-Star)                | 57     | -0,68                  | -0,62                     | -0,61                     |
| L*-Wert 24 h p. m.                        | 58     | 0,65                   | 0,63                      | 0,62                      |
| a*-Wert 24 h p. m.                        | 58     | -0,17                  | -0,14                     | -0,12                     |
| b*-Wert 24 h p. m.                        | 58     | 0,58                   | 0,60                      | 0,56                      |
| IMF-Gehalt [%]                            | 58     | -0,08                  | 0,03                      | -0,01                     |
| Py-Wert 24 h p. m.<br>(am Rückenstück)    | 58     | -0,27                  | -0,28                     | -0,25                     |
| L*-Wert 192 h p. m. (SB)                  | 58     | 0,65                   | 0,58                      | 0,48                      |
| a*-Wert 192 h p. m.                       | 58     | -0,07                  | -0,02                     | 0,06                      |
| b*-Wert 192 h p. m.                       | 58     | 0,17                   | 0,15                      | -0,00                     |

**Tabelle 24: Korrelationen zwischen den Tropfsaftverlusten der Bag-Methode und den Tropfsaftverlusten der SB-verpackten Scheibe nach siebentägiger Lagerung**

|                            | DV 24-192 h p. m. (SB) |
|----------------------------|------------------------|
| DV 24-48 h p. m. (Bag) LPA | 0,79                   |
| DV 24-48 h p. m. (Bag)     | 0,78                   |
| DV 24-72 h p. m. (Bag)     | 0,83                   |
| DV 24-144 h p. m. (Bag)    | 0,80                   |
| DV 24-168 h p. m. (Bag)    | 0,78                   |
| DV 24-192 h p. m. (Bag)    | 0,77                   |

#### Auswertung der LPA-Daten

Im zweiten Schritt der Untersuchungen an Reinzuchttieren wurden die Daten von 3.396 Tieren aus der LPA-Datenbank aufbereitet und ausgewertet. Die Werte stammen von geschlachteten Tieren der LPA der vergangenen Jahre (November 2001 – Juli 2006). Insgesamt wurden sechs verschiedene genetische Konstruktionen in die Untersuchungen einbezogen (siehe Tabelle 3).

Neben den von Mitarbeitern der LPA ermittelten Daten wurden im BfUL, Fachbereich Labore Landwirtschaft, der Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. und der intramuskuläre Fettgehalt analysiert. Die Auswertung erstreckt sich auf

- Tropfsaftverlust 24-48 h p. m.,
- Zusammenhänge Bag48 zu pH,
- Zusammenhänge Bag48 zu Leitfähigkeit,
- Zusammenhänge Bag48 zu Farbhelligkeit (Opto-Star),
- Zusammenhänge Bag48 zu Impedanz,
- Zusammenhänge Bag48 zu IMF,
- Zusammenhänge Bag48 zu Afom-Index

sowie

- Verhältnis Bag48 nach Rassen,
- Verhältnis Bag48 nach Herkunft.

Alle anderen in der LPA erfassten Parameter der Fleischqualität wurden mit verrechnet, zeigten aber erwartungsgemäß keine oder geringe Zusammenhänge zum Tropfsaftverlust.

Die in der Auswertung ersichtlichen Schwankungen der Anzahl der Tiere ist dem sich über die Jahre ändernden Qualitätsparametern bzw. kleinerer Erfassungs- bzw. Datenfehlern geschuldet, aus denen sich einige Leerfelder in der Datenbank ergeben. Vorab sind in der Tabelle 25 der MHS-Genstatus der in die Untersuchungen einbezogenen Tiere zusammengestellt.

Einen Überblick über die Höhe des Tropfsaftverlustes gibt Tabelle 26, woraus zu erkennen ist, dass es sich durchweg um recht gute Qualität handelt, wenn man die Maßgabe der CMA ansetzt, dass bis zu einem Wert von 4,0 % von guter Qualität zu sprechen ist. Betrachtet man die Verteilung der Tropfsaftverluste auf verschiedene Bereiche in der Abbildung 35, so ist die im Durchschnitt sehr gute Qualität deutlich zu erkennen. 12,5 % der 3.396 Tiere wiesen einen Tropfsaftverlust von mehr als 4,0 % auf. Lediglich 3,6 % der Proben besaßen einen Tropfsaftverlust über 5,0 %. Über 8,0 % lag lediglich eine Probe (0,03 %). Eine wesentliche Ursache für die im Durchschnitt sehr gute Fleischqualität liegt vermutlich im qualitätsgerechten Zutrieb und in der fachgerechten Betäubung der Tiere im Betrieb A.

**Tabelle 25: MHS-Genstatus der untersuchten Tiere**

| MHS-Genstatus | genetische Konstruktion |        |        |        |        |        |
|---------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | DL                      | DE     | SA     | Pi *   | Du     | FL     |
|               | Anzahl                  | Anzahl | Anzahl | Anzahl | Anzahl | Anzahl |
| NN            | 1972                    | 570    | 16     | 310    | 108    | 132    |
| NP            |                         |        |        | 248    |        |        |
| PP            |                         |        |        | 37     |        |        |

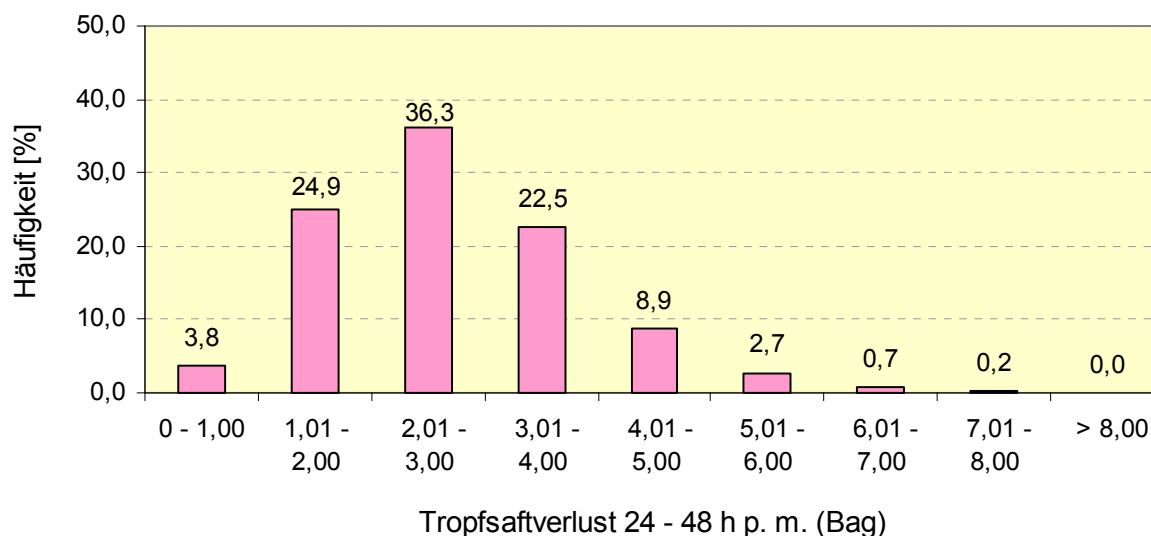
\* Von drei Tieren fehlt der MHS-Genstatus.

NN ... reinerbig stressresistent, NP ... MHS mischerbig, PP ... reinerbig stressanfällig

**Tabelle 26: Höhe des Tropfsaftverlustes aus den LPA-Daten**

|                    | Tropfsaftverlust |
|--------------------|------------------|
| Anzahl             | 3396             |
| Minimum            | 0,40             |
| Maximum            | 8,10             |
| Mittelwert         | 2,75             |
| Median             | 2,60             |
| Standardabweichung | 1,13             |





**Abbildung 35: Einteilung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag-Methode) der LPA-Tiere in verschiedene Größenordnungen**

In der Tabelle 27 wird eine Übersicht über die Statistik der untersuchten pH-Werte 45 min p. m. (ph1) und 24 h p. m. (ph2) am Kotelett (k) und Schinken (s) gegeben. Auch hier ist die durchweg gute Qualität der Produkte zu erkennen. Die pH-Werte korrelierten, wie in Tabelle 28 aufgeführt, relativ schwach zum Tropfsaftverlust. Der bereits oben angesprochenen guten Qualität ist eine recht geringe Variabilität geschuldet, was auch in den Streudiagrammen (Abbildungen 36-39) ersichtlich ist. Das ist auch der Grund für die doch recht schwachen Korrelationen.

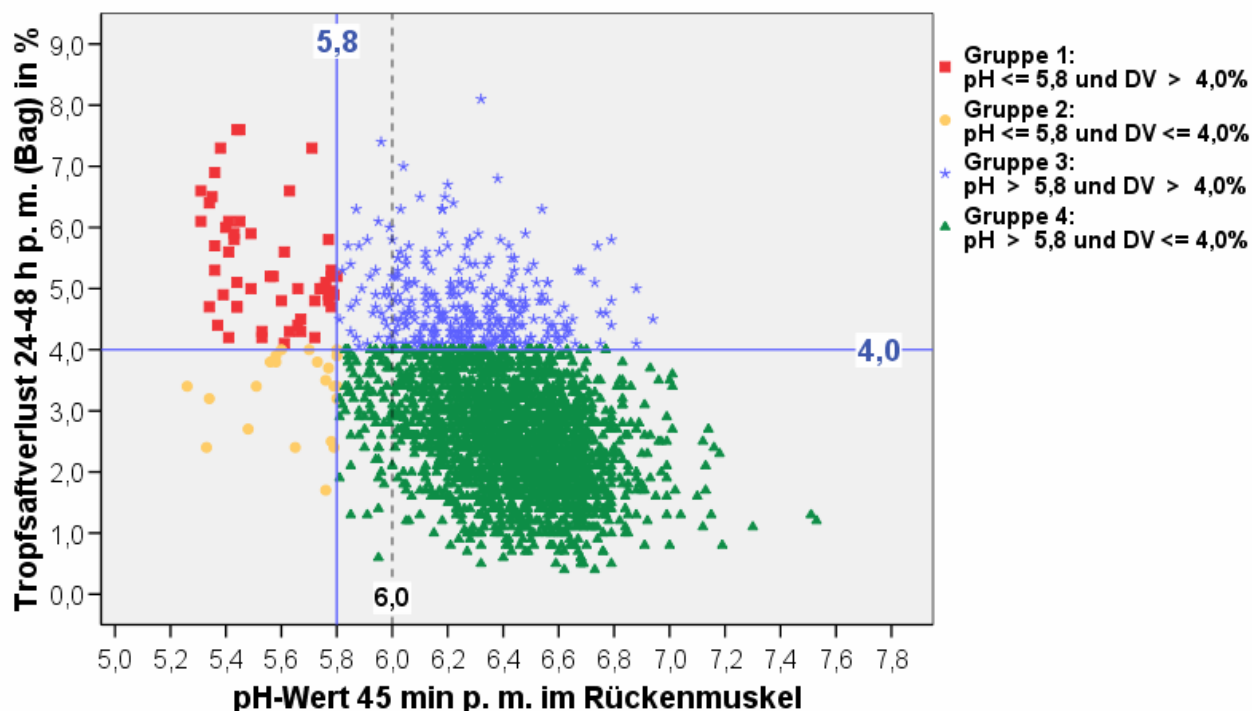
**Tabelle 27: Beschreibende Statistik der pH-Werte (45 min/24 h) am Kotelett und Schinken gemessen**

|                    | ph1_k       | ph1_s       | ph2_k       | ph2_s       |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Anzahl             | 2.646       | 2.646       | 3.396       | 3.396       |
| Minimum            | 5,26        | 5,27        | 5,17        | 5,25        |
| Maximum            | 7,53        | 7,08        | 7,59        | 6,82        |
| Mittelwert         | <b>6,40</b> | <b>6,37</b> | <b>5,52</b> | <b>5,63</b> |
| Median             | 6,43        | 6,41        | 5,50        | 5,59        |
| Standardabweichung | 0,27        | 0,24        | 0,15        | 0,19        |

**Tabelle 28: Korrelation der pH-Werte (45 min/24 h) am Kotelett und Schinken gemessen zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode)**

| ph1_k  | ph1_s  | ph2_k  | ph2_s  |
|--------|--------|--------|--------|
| -0,476 | -0,356 | -0,375 | -0,305 |

In der Abbildung 36 und der Tabelle 29 sind die pH-Werte 45 min p. m., gemessen am Rückenmuskel, in Kombination mit den dazugehörigen Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m. in Gruppen eingeteilt. Als pH-Grenzwert für die PSE-Diagnostik wurde hier der in der Fachliteratur verwendete Wert von 5,8 definiert. Die Gruppe 1 mit pH-Werten  $\leq 5,8$  und Tropfsaftverlusten  $> 4,0$  % ist für PSE-Fleisch charakteristisch. 2 % aller Tiere sind dieser Gruppe zugeordnet. Mit 6,3 % lag der Anteil der Gruppe 1 bei der Rasse Pietrain mit Abstand am höchsten. Der MHS-Genstatus der Tiere hat hier einen wesentlichen Einfluss. In der Tabelle 30 ist der MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere den Gruppen zugeordnet. Die PP-Tiere nehmen in der Gruppe 1 (PSE-Fleisch) prozentual den größten Anteil ein.



**Abbildung 36:** Streuung der pH-Werte 45 min p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (BAG), jeweils am Rückenmuskel gemessen

**Tabelle 29:** Gruppeneinteilung der pH-Werte 45 min p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion

| pH 45 min p. m./Tropf-<br>saftverlust 24-48 h p. m. | Genetische Konstruktion |               |               |               |               |               |                              |
|---|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------|
|   | DL                      | DE            | SA            | Pi            | Du            | FL            | alle Tiere                   |
|   | Anzahl<br>(%)           | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%)                |
| Gruppe 1:<br>pH ≤ 5,8 und DV > 4,0 %                | 9<br>(0,6)              | 4<br>(1,0)    |               | 35<br>(6,3)   | 1<br>(1,1)    | 4<br>(3,0)    | <b>53</b><br><b>(2,0)</b>    |
| Gruppe 2:<br>pH ≤ 5,8 und DV ≤ 4,0 %                | 8<br>(0,5)              | 1<br>(0,2)    |               | 13<br>(2,3)   |               |               | <b>22</b><br><b>(0,8)</b>    |
| Gruppe 3:<br>pH > 5,8 und DV > 4,0 %                | 156<br>(10,8)           | 55<br>(13,4)  |               | 77<br>(13,8)  | 5<br>(5,7)    | 21<br>(15,9)  | <b>314</b><br><b>(11,9)</b>  |
| Gruppe 4:<br>pH > 5,8 und DV ≤ 4,0 %                | 1277<br>(88,1)          | 351<br>(85,4) | 7<br>(100)    | 433<br>(77,6) | 82<br>(93,2)  | 107<br>(81,1) | <b>2257</b><br><b>(85,3)</b> |

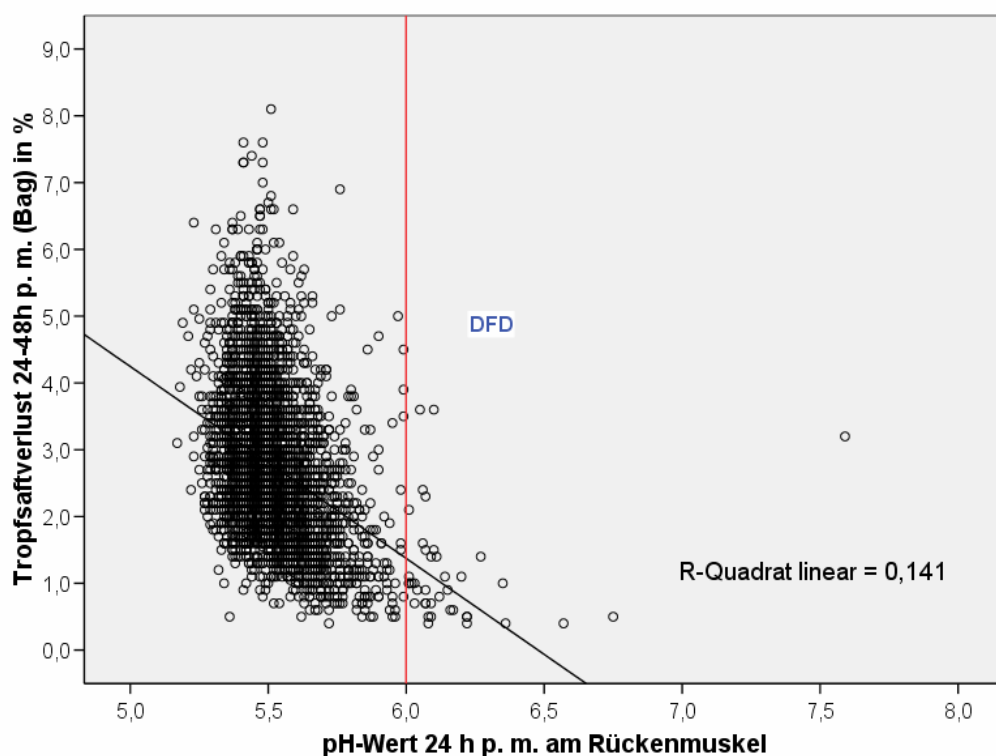
Über den pH-Wert 45 min p. m. werden ca. 87 % der Proben hinsichtlich des Tropfsaftverlustes korrekt beurteilt. Neben der Gruppe 1, in der niedrige pH-Werte (≤ 5,8) mit hohen Tropfsaftverlusten (> 4,0 %) korrelieren, werden in der Gruppe 4 hohen pH-Werten (> 5,8) niedrige Tropfsaftverluste (≤ 4,0 %) zugeordnet.

In der Abbildung 37 sind die pH-Werte 24 h p. m. den Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m., jeweils am Rückenmuskel gemessen, gegenübergestellt. Nach 24 Stunden p. m. ist über den pH-Wert lediglich eine DFD-Diagnostik möglich. Der End-pH-Wert, der nach 24 h p. m. erreicht wird, lässt keine Aussage über das Vorliegen von PSE-Fleisch zu. Der Anteil an DFD-Fleisch mit einem pH-Wert > 6,0 liegt bei 1,1 % (= 39 Tiere). Diese Tiere hatten im Mittel einen pH-Wert von 6,18 und einen Tropfsaftverlust von 1,2 %. Die Korrelationen der pH-Werte zur genetischen Konstruktion der Tiere lag lediglich bei 0,08-0,10 und zur Herkunft gar nur bei 0,01-0,06. Ein Grund für die doch sehr ungerichtete Verteilung der Wertepaare ist sicherlich ebenfalls in der geringen Streuung der Qualität zu suchen.

**Tabelle 30: MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere, bezogen auf pH-Wert-Gruppen**

| pH 45 min p. m./Tropf-<br>saftverlust 24-48 h p. m. | MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere * |                |               |
|---|------------------------------------|----------------|---------------|
|   | NN                                 | NP             | PP            |
| Gruppe 1:<br>pH $\leq 5,8$ und DV $> 4,0$ %         | 4<br>(11,4%)                       | 11<br>(31,4%)  | 20<br>(57,2%) |
| Gruppe 2:<br>pH $\leq 5,8$ und DV $\leq 4,0$ %      | 2<br>(15,4%)                       | 7<br>(53,8%)   | 4<br>(30,8%)  |
| Gruppe 3:<br>pH $> 5,8$ und DV $> 4,0$ %            | 25<br>(32,5%)                      | 45<br>(58,4%)  | 7<br>(9,1%)   |
| Gruppe 4:<br>pH $> 5,8$ und DV $\leq 4,0$ %         | 257<br>(59,6%)                     | 169<br>(39,2%) | 5<br>(1,2%)   |

\* Von zwei Tieren fehlt der MHS-Status in Gruppe 4.



**Abbildung 37: Streuung der pH-Werte 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen**

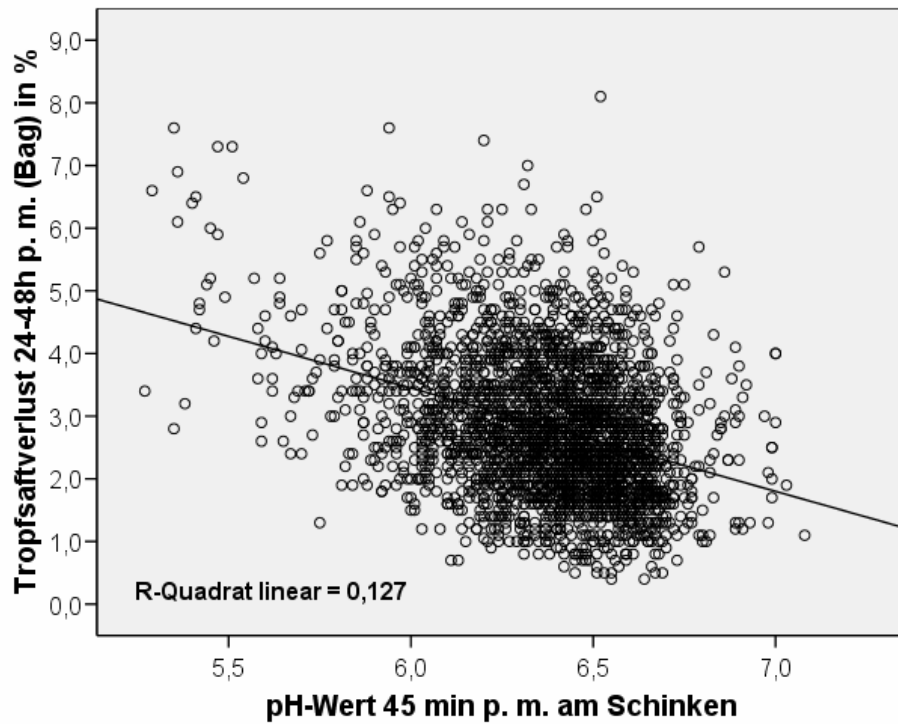


Abbildung 38: Streuung der pH-Werte 45 min p. m. (Schinken/ph2\_s) zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Rückenmuskel)

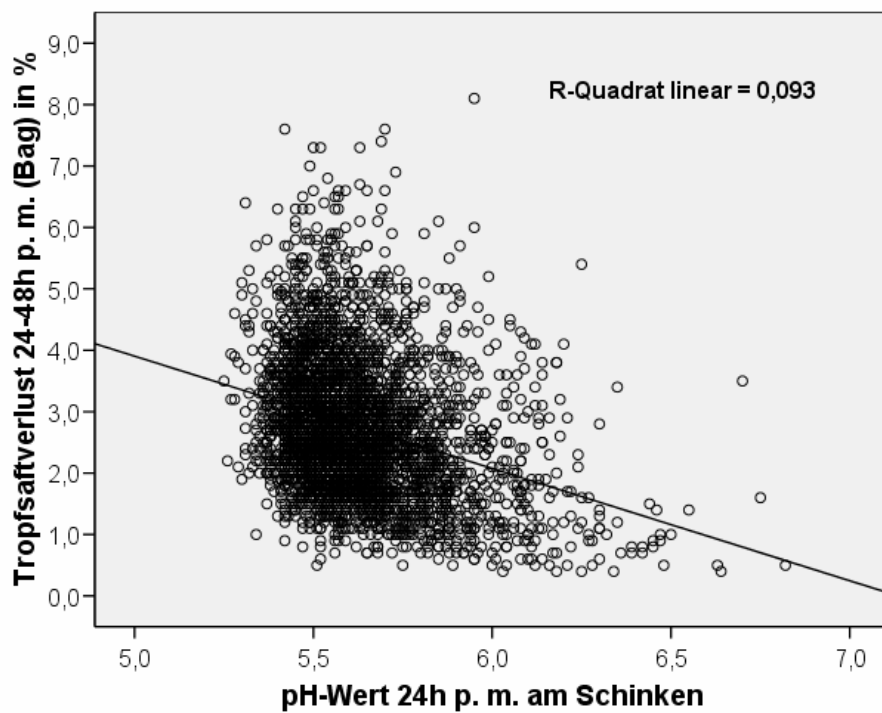


Abbildung 39: Streuung der pH-Werte 24 h p. m. (Schinken/ph2\_s) zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Rückenmuskel)

Eine Übersicht über die Leitfähigkeit 45 min und 24 h p. m., nach der Schlachtung an Kotelett und Schinken gemessen (lf1\_k, lf1\_s, lf2\_k, lf2\_s), wird in der Tabelle 31 gegeben. Auch dieser Qualitätsparameter zeigt in der Übersicht die gute Qualität der Prüftiere der LPA an. Aus Tabelle 32 ist ein schwacher Zusammenhang zwischen den Werten der Leitfähigkeit zum Tropfsaftverlust zu erkennen.

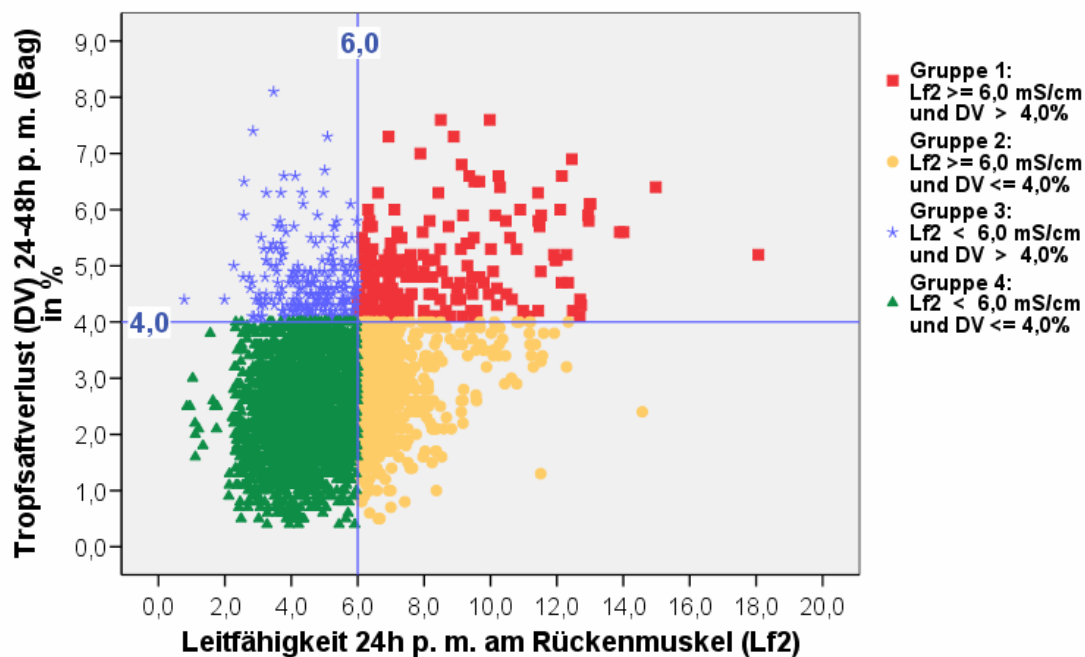
**Tabelle 31: Beschreibende Statistik der Leitfähigkeit (45 min p. m./24 h p. m.), am Rückenmuskel und Schinken gemessen**

|                    | lf1_k       | lf1_s       | lf2_k       | lf2_s       |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Anzahl             | 2.673       | 2.673       | 3.395       | 3.396       |
| Minimum            | 2,29        | 1,73        | 0,78        | 2,03        |
| Maximum            | 21,62       | 21,37       | 18,07       | 15,59       |
| Mittelwert         | <b>4,30</b> | <b>3,69</b> | <b>5,02</b> | <b>5,56</b> |
| Median             | 4,05        | 3,47        | 4,72        | 4,89        |
| Standardabweichung | 1,61        | 1,49        | 1,72        | 2,31        |

**Tabelle 32: Korrelation der Leitfähigkeit (24 h/48 h) am Kotelett und Schinken gemessen zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode)**

| lf1_k | lf1_s | lf2_k | lf2_s |
|-------|-------|-------|-------|
| 0,30  | 0,19  | 0,36  | 0,34  |

Die Abbildung 40 zeigt die Gegenüberstellung von Leitfähigkeitswerten 24 h p. m. und Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m., jeweils am Rückenmuskel gemessen. Hier sind die Parameter bestimmten Gruppen zugeordnet, wobei als Maßstab die CMA-Werte für die Leitfähigkeit von 6,0 mS/cm und für den Tropfsaftverlust von 4,0 % angesetzt wurden. Typische PSE-Eigenschaften sind in der Gruppe 1 ausgeprägt. Sowohl bei der Leitfähigkeit als auch beim Tropfsaftverlust werden in dieser Gruppe die Grenzwerte ( $Lf2 \geq 6,0$  mS/cm und Tropfsaftverlust  $> 4,0$  %) überschritten. In der Gruppe 4 befinden sich die Tiere mit guter Fleischqualität. Es sind fast 72 % der Tiere (Tabelle 33). 5,7 % der Tiere fallen in die Gruppe 1 mit typischen PSE-Eigenschaften.



**Abbildung 40: Streuung der Leitfähigkeitswerte 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen**

**Tabelle 33: Gruppeneinteilung der Leitfähigkeitswerte 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag) , jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion**

| Leitfähigkeit 24 h p. m. (Lf2)/<br>Tropfsaftverlust<br>(DV) 24-48 h p. m. | Genetische Konstruktion |               |               |               |               |               |                               |
|---|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|
|   | DL                      | DE            | SA            | Pi            | Du            | FL            | alle Tiere                    |
|   | Anzahl<br>(%)           | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%)                 |
| Gruppe 1:<br>Lf2 $\geq$ 6,0 mS/cm und DV > 4,0 %                          | 75<br>(3,8)             | 19<br>(3,3)   |               | 87<br>(14,6)  | 5<br>(4,6)    | 8<br>(6,0)    | <b>194</b><br><b>(5,7)</b>    |
| Gruppe 2:<br>Lf2 $\geq$ 6,0 mS/cm und DV $\leq$ 4,0 %                     | 255<br>(12,9)           | 86<br>(15,1)  | 3<br>(18,8)   | 152<br>(25,4) | 17<br>(15,7)  | 24<br>(18,2)  | <b>537</b><br><b>(15,8)</b>   |
| Gruppe 3:<br>Lf2 < 6,0 mS/cm und DV > 4,0 %                               | 127<br>(6,5)            | 51<br>(9,0)   |               | 33<br>(5,5)   | 3<br>(2,8)    | 17<br>(12,9)  | <b>231</b><br><b>(6,8)</b>    |
| Gruppe 4:<br>Lf2 < 6,0 mS/cm und DV $\leq$ 4,0 %                          | 1.514<br>(76,8)         | 414<br>(72,6) | 13<br>(81,2)  | 326<br>(54,5) | 83<br>(76,9)  | 83<br>(62,9)  | <b>2.433</b><br><b>(71,7)</b> |

Über die Leitfähigkeit 24 h p. m. lassen sich hinsichtlich des Tropfsaftverlustes ca. 77 % der Tiere korrekt beurteilen (Gruppen 1 und 4). Hohe Leitfähigkeitswerte stehen für hohe Tropfsaftverluste (Gruppe 1) und niedrige Leitfähigkeitswerte für niedrige Tropfsaftverluste (Gruppe 4).

Betrachtet man die genetischen Konstruktionen, so fällt auf, dass die Pietrain-Tiere mit Abstand den höchsten Anteil an PSE-Fleisch aufweisen (Gruppe 1). Er liegt bei knapp 15 %. Hier spielt die erblich bedingte Stressanfälligkeit, wie bereits oben beim pH-Wert beschrieben, eine große Rolle. Der MHS-Genstatus PP hat unter den Pietrain-Tieren mit nahezu 28 % einen sehr hohen Anteil in der Gruppe 1 (Tabelle 34).

**Tabelle 34: MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere, bezogen auf Leitfähigkeitsgruppen**

| Leitfähigkeit 24 h p. m. (Lf2)/Tropf-<br>saftverlust (DV) 24-48 h p. m. | MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere * |                |               |
|---|------------------------------------|----------------|---------------|
|   | NN                                 | NP             | PP            |
| Gruppe 1:<br>Lf2 $\geq$ 6,0 mS/cm und DV > 4,0 %                        | 17<br>(19,5%)                      | 46<br>(52,9%)  | 24<br>(27,6%) |
| Gruppe 2:<br>Lf2 $\geq$ 6,0 mS/cm und DV $\leq$ 4,0 %                   | 63<br>(41,4%)                      | 79<br>(52,0%)  | 10<br>(6,6%)  |
| Gruppe 3:<br>Lf2 < 6,0 mS/cm und DV > 4,0 %                             | 14<br>(42,4%)                      | 16<br>(48,5%)  | 3<br>(9,1%)   |
| Gruppe 4:<br>Lf2 < 6,0 mS/cm und DV $\leq$ 4,0 %                        | 216<br>(66,9%)                     | 107<br>(33,4%) | 0             |

\* Von drei Tieren fehlt der MHS-Status in Gruppe 4.

Ohne Berücksichtigung des MHS-Status und bei Betrachtung aller Rassen, wiesen die Werte der Leitfähigkeitsmessung weder zur Herkunft noch zur genetischen Konstruktion einen Zusammenhang auf (0,01-0,10). Als weitere Parameter der Fleischqualität wurden der intramuskuläre Fettanteil (imf), die Farbhelligkeit (Opto-Star, opto) sowie die Impedanz (Py-Wert) an Kotelett und Schinken (imp\_k, imp\_s) betrachtet. Die statistische Übersicht dieser untersuchten Parameter ist in Tabelle 35 ersichtlich, die wiederholt die gute Qualität des Probematerials widerspiegeln.

Aus Tabelle 36 ist ein schwacher Zusammenhang zwischen den Py-Werten (imp) zum Tropfsaftverlust zu erkennen.

**Tabelle 35: Beschreibende Statistik der Parameter intramuskulärer Fettgehalt (imf), Farbhelligkeit (opto) und Impedanz/Py-Wert (Kotelett und Schinken)**

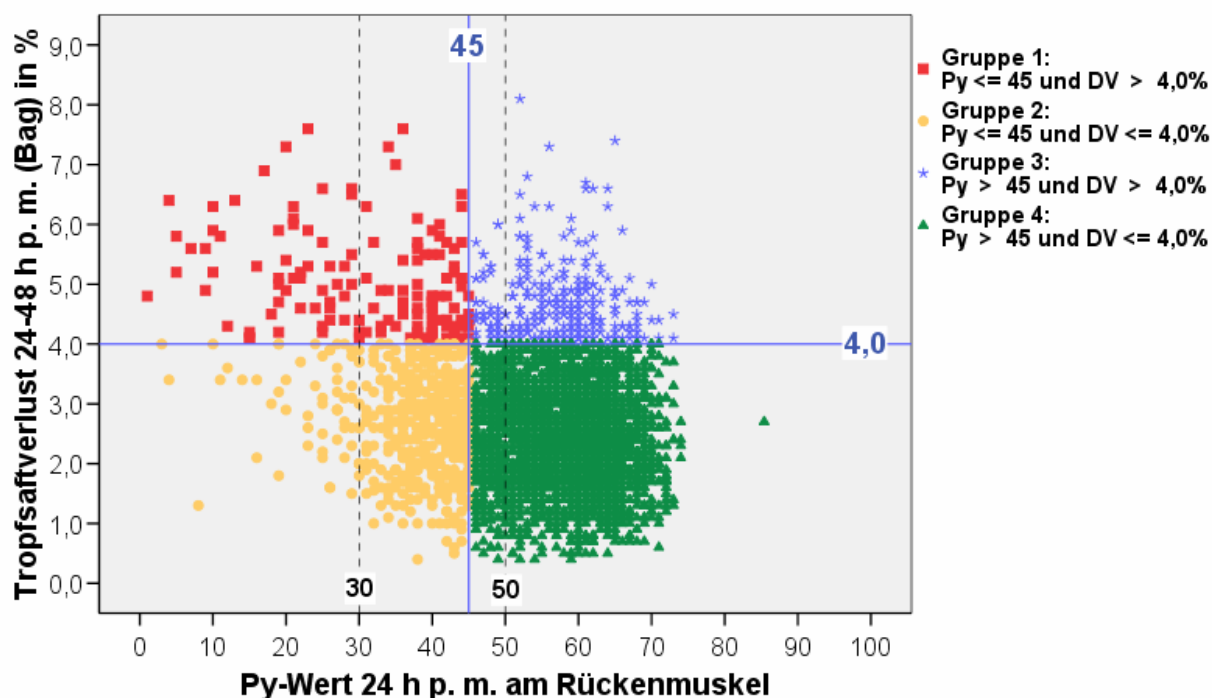
|                    | imf         | opto         | imp_k       | imp_s       |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Anzahl             | 3.396       | 3.396        | 3.396       | 3.394       |
| Minimum            | 0,27        | 36,90        | 1           | 3           |
| Maximum            | 4,56        | 100,00       | 85          | 78          |
| Mittelwert         | <b>0,98</b> | <b>66,20</b> | <b>53,9</b> | <b>49,4</b> |
| Median             | 0,92        | 66,00        | 56,0        | 53,0        |
| Standardabweichung | 0,33        | 7,84         | 11,05       | 15,47       |

**Tabelle 36: Korrelation der Parameter imf, Optostar und Impedanz/Kotelett, Schinken) zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode)**

| imf   | opto  | imp_k | imp_s |
|-------|-------|-------|-------|
| -0,08 | -0,38 | -0,23 | -0,30 |

Auch hier zeigten bei Vernachlässigung des MHS-Status und bei Betrachtung aller Rassen alle betrachteten Parameter keinen Zusammenhang zur Herkunft bzw. zur genetischen Konstruktion (0,01-0,15).

Im Folgenden sind die Py-Werte 24 h p. m. den Tropfsaftverlusten gegenübergestellt und ähnlich wie bei den pH- und Leitfähigkeitswerten in Gruppen eingeteilt. Als Grenzwerte dienen die von der CMA beschriebenen Werte von 45 für den Py-Wert und 4,0 % für den Tropfsaftverlust. In Abbildung 41 und Tabelle 37 sind die Gruppen definiert.



**Abbildung 41: Streuung der Py-Werte 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen**

Die Gruppe 1, in der Tiere mit typischen PSE-Eigenschaften (Py-Wert ≤ 45 und Tropfsaftverlust > 4,0 %) eingeordnet sind, umfasst ca. 4 % aller Tiere. 72 % der Tiere (Gruppe 4) weisen eine gute bis sehr gute Fleischqualität auf. D. h., sowohl die Py-Werte als auch die Tropfsaftverluste liegen in einem für gute Fleischqualität charakteristischen Bereich. Über den Py-Wert

wurden somit 76 % der Tiere hinsichtlich des Tropfsaftverlustes korrekt beurteilt. Auffallend ist wie beim pH-Wert und der Leitfähigkeit der prozentual hohe Anteil an Pietrain-Tieren in der Gruppe 1. Eine wesentliche Ursache ist im MHS-Genstatus zu suchen. Der Anteil der stressanfälligen PP-Tiere nimmt von Gruppe 1 zu Gruppe 4 ab (Tabelle 38).

**Tabelle 37: Gruppeneinteilung der pH-Werte 45 min p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion**

| Py-Wert 24 h p. m./<br>Tropfsaftverlust (DV)<br>24-48 h p. m. | Genetische Konstruktion |               |               |               |               |               |                               |
|---|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|
|   | DL                      | DE            | SA            | Pi            | Du            | FL            | alle Tiere                    |
|   | Anzahl<br>(%)           | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%) | Anzahl<br>(%)                 |
| Gruppe 1:<br>Py ≤ 45 und DV > 4,0 %                           | 54<br>(2,7)             | 10<br>(1,8)   |               | 74<br>(12,4)  | 3<br>(2,8)    | 3<br>(2,3)    | <b>144</b><br><b>(4,2)</b>    |
| Gruppe 2:<br>Py ≤ 45 und DV ≤ 4,0 %                           | 248<br>(12,6)           | 62<br>(10,9)  |               | 186<br>(31,1) | 15<br>(13,9)  | 11<br>(8,3)   | <b>522</b><br><b>(15,4)</b>   |
| Gruppe 3:<br>Py > 45 und DV > 4,0 %                           | 149<br>(7,6)            | 60<br>(10,5)  |               | 46<br>(7,7)   | 5<br>(4,6)    | 22<br>(16,7)  | <b>282</b><br><b>(8,3)</b>    |
| Gruppe 4:<br>Py > 45 und DV ≤ 4,0 %                           | 1.521<br>(77,1)         | 438<br>(76,8) | 16<br>(100)   | 292<br>(48,8) | 85<br>(78,7)  | 96<br>(72,7)  | <b>2.448</b><br><b>(72,1)</b> |

**Tabelle 38: MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere, bezogen auf Py-Gruppen**

| Py 24 h p. m./Tropf-<br>saftverlust (DV) 24-48 h p. m. | MHS-Genstatus der Pietrain-Tiere * |                |               |
|--|------------------------------------|----------------|---------------|
|  | NN                                 | NP             | PP            |
| Gruppe 1:<br>Py ≤ 45 und DV > 4,0 %                    | 13<br>(17,6%)                      | 35<br>(47,3%)  | 26<br>(35,1%) |
| Gruppe 2:<br>Py ≤ 45 und DV ≤ 4,0 %                    | 95<br>(51,3%)                      | 81<br>(43,8%)  | 9<br>(4,9%)   |
| Gruppe 3:<br>Py > 45 und DV > 4,0 %                    | 18<br>(39,1%)                      | 27<br>(58,7%)  | 1<br>(2,2%)   |
| Gruppe 4:<br>Py > 45 und DV ≤ 4,0 %                    | 184<br>(63,5%)                     | 105<br>(36,2%) | 1<br>(0,3%)   |

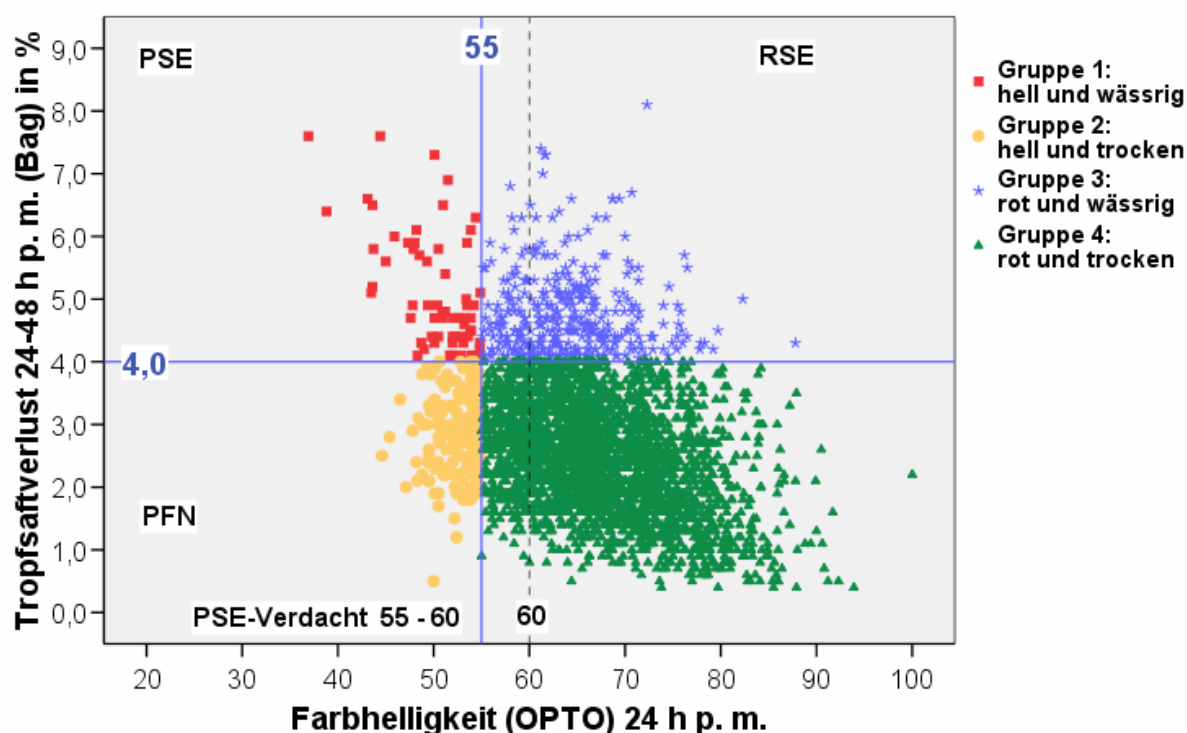
\* Von drei Tieren fehlt der MHS-Genstatus (Gruppe 2 und 4).

Stellt man die Farbhelligkeitswerte (Opto-Star) den Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m. gegenüber, so kann die Fleischqualität der untersuchten Tiere unter Berücksichtigung der Grenzwerte für die Farbhelligkeit (Opto-Star) von 55 (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2006) und für den Tropfsaftverlust von 4,0 % ebenfalls in vier Gruppen (Tabelle 39) eingeteilt werden. In der Abbildung 42 sind diese Gruppen gegenübergestellt. Der Gruppe 1 mit PSE-Fleisch wurden lediglich 64 Tiere (2 %) zugeordnet. Dieser Anteil ist sehr gering und vergleichbar mit der PSE-Gruppe beim pH-Wert 45 min p. m. Auffallend sind die prozentual höheren Anteile an Tieren in der Gruppe 1 bei den genetischen Konstruktionen Pi und FL.



**Tabelle 39: Gruppeneinteilung der Farbhelligkeitswerte (Opto-Star, Grenzwert von 55) 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion**

| Farbhelligkeit (Opto-Star) 24 h p. m./Tropfsaftverlust (DV) 24-48 h p. m.              | Genetische Konstruktion |               |             |               |               |              |                               |
|--|-------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------------|
|  | DL                      | DE            | SA          | Pi            | Du            | FL           | Alle Tiere                    |
|  | Anzahl (%)              | Anzahl (%)    | Anzahl (%)  | Anzahl (%)    | Anzahl (%)    | Anzahl (%)   | Anzahl (%)                    |
| <b>Gruppe 1:</b><br><b>hell und wässrig (PSE)</b><br>Opto < 55 und DV > 4,0 %          | 12<br>(0,6)             | 14<br>(2,5)   |             | 31<br>(5,2)   | 1<br>(0,9)    | 6<br>(4,5)   | <b>64</b><br><b>(1,9)</b>     |
| <b>Gruppe 2:</b><br><b>hell und trocken (PFN)</b><br>Opto < 55 und DV ≤ 4,0 %          | 56<br>(2,8)             | 34<br>(6,0)   |             | 53<br>(8,9)   |               | 15<br>(11,4) | <b>158</b><br><b>(4,6)</b>    |
| <b>Gruppe 3:</b><br><b>rot und wässrig (RSE)</b><br>Opto ≥ 55 und DV > 4,0 %           | 191<br>(9,7)            | 56<br>(9,8)   |             | 89<br>(14,9)  | 7<br>(6,5)    | 19<br>(14,4) | <b>362</b><br><b>(10,7)</b>   |
| <b>Gruppe 4:</b><br><b>rot und trocken (gute Qualität)</b><br>Opto ≥ 55 und DV ≤ 4,0 % | 1.713<br>(86,9)         | 466<br>(81,7) | 16<br>(100) | 425<br>(71,0) | 100<br>(92,6) | 92<br>(69,7) | <b>2.812</b><br><b>(82,8)</b> |



**Abbildung 42: Streuung der Farbhelligkeitswerte (Opto-Star) 24 h p. m. zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen**

Farbhelligkeitswerte im Bereich von 55 bis 60 werden in der Fachliteratur als befriedigende Fleischbeschaffenheit interpretiert (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2006). Man kann diesen Messbereich einem PSE-Verdacht gleichsetzen. Wird dieser Bereich in die PSE-Selektion einbezogen, ergibt sich die in der Tabelle 40 festgehaltene Eingruppierung der Tiere. Der Anteil von Tieren mit PSE-Eigenschaften bzw. PSE-Verdacht (Gruppe 1) erhöht sich bei den verschiedenen Rassen um das Zwei- bis Vierfache. Nahezu 5 % der Tiere werden nun der Gruppe 1 zugeordnet. Dieser Anteil entspricht in etwa der

Gruppeneinstufung bei der Leitfähigkeit 24 h p. m. und beim Py-Wert 24 h p. m. Der Farbhelligkeitsbereich 55 bis 60 sollte im Rahmen der Selektion von PSE-Fleisch bzw. von Fleisch mit PSE-Verdacht Berücksichtigung finden.

In welchem Umfang die Fleischqualitätsparameter pH 45 min p. m., Leitfähigkeit 24 h p. m. und Py-Wert 24 h p. m. eine korrekte Qualitätseinstufung, die auf der Farbhelligkeit (Opto-Star, Grenzwert von 60) und dem Tropfsaftverlust (Grenzwert von 4,0 %) basiert, ermöglichen, ist in der Tabelle 41 dargestellt. Eine korrekte Qualitätsbeurteilung heißt, dass der für die Qualitätseinstufung charakteristische Tropfsaftverlust über den Parameter richtig erfasst wird.

Fleisch mit guter Qualität (Gruppe 4) wird mit den oben genannten Parametern hinsichtlich des Tropfsaftverlustes in hohem Maße (82-99 %) korrekt beurteilt. Ähnlich sieht es beim PFN-Fleisch aus, wobei hier der pH-Wert etwas besser als die beiden anderen Parameter abschneidet. 99 % der PFN-Proben zeigten einen pH-Wert > 5,8. Im Gegensatz dazu ist die korrekte PSE- und RSE-Diagnostik schwieriger. Nur knapp 11 % der RSE-Proben wiesen pH-Werte von  $\leq 5,8$  auf. D. h., ca. 89 % der RSE-Proben würden hinsichtlich des pH-Wertes als gute Qualität bewertet, besitzen aber ein schlechtes Safthaltevermögen (Tropfsaftverluste > 4,0 %). Bei 20 % der PSE-Proben lag der pH-Wert  $\leq 5,8$ . Damit werden sie hinsichtlich des schlechten Safthaltevermögens richtig beurteilt. Eine Erhöhung des pH-Grenzwertes auf 6,0 führt zu einer geringfügigen Verschiebung zugunsten der korrekten Bewertung der PSE- und RSE-Proben.

**Tabelle 40: Gruppeneinteilung der Farbhelligkeitswerte (Opto-Star, Grenzwert von 60) 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag), jeweils am Rückenmuskel gemessen und geordnet nach genetischer Konstruktion**

| Farbhelligkeit (Opto-Star) 24 h p. m. / Tropfsaftverlust (DV) 24-48 h p. m.                           | Genetische Konstruktion |               |              |               |              |              |                               |
|---|-------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------------------|
|   | DL                      | DE            | SA           | Pi            | Du           | FL           | Alle Tiere                    |
|   | Anzahl (%)              | Anzahl (%)    | Anzahl (%)   | Anzahl (%)    | Anzahl (%)   | Anzahl (%)   | Anzahl (%)                    |
| <b>Gruppe 1:</b><br><b>hell und wässrig (PSE)</b><br>Opto $\leq 60$ und DV > 4,0 %                    | 53<br>(2,7)             | 29<br>(5,1)   |              | 60<br>(10,0)  | 4<br>(3,7)   | 14<br>(10,6) | <b>160</b><br><b>(4,7)</b>    |
| <b>Gruppe 2:</b><br><b>hell und trocken (PFN)</b><br>Opto $\leq 60$ und DV $\leq 4,0$ %               | 260<br>(13,2)           | 119<br>(20,9) | 1<br>(6,3)   | 171<br>(28,6) | 9<br>(8,3)   | 35<br>(26,5) | <b>595</b><br><b>(17,5)</b>   |
| <b>Gruppe 3:</b><br><b>rot und wässrig (RSE)</b><br>Opto > 60 und DV > 4,0 %                          | 150<br>(7,6)            | 41<br>(7,2)   |              | 60<br>(10,0)  | 4<br>(3,7)   | 11<br>(8,3)  | <b>266</b><br><b>(7,8)</b>    |
| <b>Gruppe 4:</b><br><b>rot und trocken</b><br><b>(gute Qualität)</b><br>Opto > 60 und DV $\leq 4,0$ % | 1.509<br>(76,5)         | 381<br>(66,8) | 15<br>(93,7) | 307<br>(51,4) | 91<br>(84,3) | 72<br>(54,6) | <b>2.375</b><br><b>(70,0)</b> |

Im Vergleich zum pH-Wert ist bei der Leitfähigkeit und beim Py-Wert (Grenzwert 45) der Anteil korrekter Bewertungen beim PFN-Fleisch und Fleisch guter Qualität niedriger, dagegen aber beim PSE- und RSE-Fleisch höher. Eine Verschiebung des Py-Grenzwertes von 45 auf 30 bewirkt eine bessere Beurteilung beim PFN-Fleisch und Fleisch guter Qualität. Bei PSE- und RSE-Fleisch wird die korrekte Beurteilung deutlich schlechter.

Will man die in Tabelle 40 definierten Qualitätseinstufungen, die auf dem Tropfsaftverlust und dem Farbhelligkeitswert (OPTO-Star) beruhen, zusätzlich durch zwei Parameter (z. B. pH-Wert und Leitfähigkeit oder pH-Wert und Py-Wert) beurteilen, stellt sich die Frage nach der Auswertung der Messergebnisse. Es gibt zwei Varianten. Variante 1 wäre, dass beide Parameter die angenommenen Qualitätsgrenzen einhalten müssen. Das heißt, erfüllt nur ein Parameter die Qualitätsanforderungen und der andere nicht, wird das Fleisch einer schlechten Qualität (PSE und RSE  $\Rightarrow$  schlechtes Safthaltevermögen) zugeordnet. Für die Variante 2 wird vorausgesetzt, dass für die Einstufung des Fleisches in eine gute Qualität (PFN und gute Qualität  $\Rightarrow$  gutes Safthaltevermögen) nur ein Parameter den Qualitätsgrenzwert einhält.

**Tabelle 41: Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der Bag-Fleischscheibe (DV 24-48 h p. m.) durch die Fleischqualitätsparameter pH-Wert 45 min p. m., Leitfähigkeit 24 h p. m. und Py-Wert 24 h p. m., jeweils am Rückenmuskel gemessen**

| Bag-Fleischscheibe                  | Anteil der korrekten Qualitätseinstufungen |        |        |               |        |
|-------------------------------------|--|--------|--------|---------------|--------|
|                                     | PSE  | RSE    | PFN    | gute Qualität | Gesamt |
| Anzahl der Proben ( $n = 2.646$ )   | 148  | 219    | 534    | 1.745         |        |
| <b>pH-Wert 45 min p. m.</b>         |  |        |        |               |        |
| bei einem Grenzwert von 5,8         | 20,3 %                                     | 10,5 % | 99,1 % | 99,0 %        | 87,3 % |
| bei einem Grenzwert von 6,0         | 25,0 %                                     | 23,3 % | 96,1 % | 95,4 %        | 85,6 % |
| Anzahl der Proben ( $n = 3.395$ )   | 160  | 265    | 595    | 2.375         |        |
| <b>Leitfähigkeit 24 h p. m.</b>     |  |        |        |               |        |
| - bei einem Grenzwert von 6,0 mS/cm | 50,6 %                                     | 42,6 % | 78,5 % | 82,8 %        | 77,4 % |
| Anzahl der Proben ( $n = 3.396$ )   | 160  | 266    | 595    | 2.375         |        |
| <b>Py-Wert 24 h p. m.</b>           |  |        |        |               |        |
| - bei einem Grenzwert 45            | 38,1 %                                     | 31,2 % | 76,8 % | 83,8 %        | 76,3 % |
| - bei einem Grenzwert 30            | 18,1 %                                     | 10,9 % | 97,1 % | 98,1 %        | 87,3 % |

In der Tabelle 42 sind die prozentualen Anteile einer korrekten Qualitätseinstufung über die oben genannten Parameterpaare festgehalten. Dabei erfolgte die Auswertung nach den beiden Varianten. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Einbeziehung von zwei Parametern die korrekte Beurteilung der Qualitätseinstufungen prozentual nicht steigt. Es werden vergleichbare Werte erhalten. Die Klassifizierung von PSE- und RSE-Fleisch ist nach wie vor problematisch. Daraus folgt, dass die Sicherheit einer richtigen Qualitätseinstufung bereits bei Verwendung eines der drei Parameter (pH-Wert, Leitfähigkeit oder Py-Wert) sehr hoch ist.

Die Korrelationen zwischen den Qualitätsparametern können Tabelle 43 entnommen werden. Alle guten Korrelationen von  $\geq 0,50$  sind rot hervorgehoben. So bestehen zwischen den pH-Werten 45 min p. m. von Rückenmuskel (K) und Schinken (S), den pH-Werten 24 h p. m. von Rückenmuskel und Schinken, den Leitfähigkeitswerten z. T. untereinander, den Leitfähigkeits- und Py-Werten sowie zwischen der Farbhelligkeit und dem pH-Wert 24 h p. m. am Rückenmuskel gute Korrelationen.

Ein Vergleich der Qualitätsparameter, bezogen auf die genetische Konstruktion, ist in der Tabelle 44 zu finden. Die auf Muskelfleisch gezüchtete Rasse Pietrain unterscheidet sich von den anderen Rassen hinsichtlich der Schlachtkörperzusammensetzung sowie der Fleischqualität. Bei den Parametern der Schlachtkörperzusammensetzung wie Muskelfleischanteil (FOM) und Fleischmaß waren mit Abstand die höchsten Werte zu beobachten. Dagegen befindet sich das Speckmaß auf dem niedrigsten Niveau. Hinsichtlich der Fleischqualitätsparameter ist anzumerken, dass diese bei der Rasse Pietrain im Vergleich zu den anderen Rassen zu einer schlechteren Qualität tendieren. Wie oben bereits beschrieben, ist eine wesentliche Ursache die aufgrund des MHS-Genstatus bedingte Stressanfälligkeit dieser Rasse. Der Anteil der PP- und NP-Tiere lag bei den untersuchten Tieren bei 48 % (Anteil PP-Tiere: 6 %).

Beim intramuskulären Fett weisen die Tiere der Rasse Duroc mit 1,6 % im Mittel den höchsten Gehalt auf. Die Rassen Pi und FL kamen hier nur auf 0,9 %.

**Tabelle 42: Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der Bag-Fleischscheibe (DV 24-48 h p. m.) durch die Fleischqualitätsparameter pH-Wert 45 min p. m., Leitfähigkeit 24 h p. m. und Py-Wert 24 h p. m., jeweils am Rückenmuskel gemessen, in Kombination**

| Bag-Fleischscheibe  | Anteil der korrekten Qualitätseinstufungen |        |        |               |        |
|---|--|--------|--------|---------------|--------|
|   | PSE  | RSE    | PFN    | gute Qualität | Gesamt |
| Anzahl der Proben   | 148  | 218    | 534    | 1.745         | 2.645  |
| <b>pH-Wert 45 min p. m. (5,8) und Leitfähigkeit 24 h p. m. (6,0 mS/cm)</b><br><b>Variante 1</b> | 52,0 %                                     | 48,2 % | 79,4 % | 81,4 %        | 76,6 % |
| <b>pH-Wert 45 min p. m. (5,8) und Leitfähigkeit 24 h p. m. (6,0 mS/cm)</b><br><b>Variante 2</b> | 18,2 %                                     | 7,8 %  | 99,1 % | 99,4 %        | 87,3 % |
| Anzahl der Proben   | 148  | 219    | 534    | 1.745         | 2.646  |
| <b>pH-Wert 45 min p. m. (5,8) und Py-Wert 24 h p. m. (45)</b><br><b>Variante 1</b>              | 41,9 %                                     | 34,2 % | 76,2 % | 81,0 %        | 74,0 % |
| <b>pH-Wert 45 min p. m. (5,8) und Py-Wert 24 h p. m. (45)</b><br><b>Variante 2</b>              | 17,6 %                                     | 8,7 %  | 99,3 % | 99,5 %        | 87,4 % |

**Variante 1:** Beide Parameter müssen die Qualitätsgrenzwerte einhalten. Erfüllt nur ein Parameter die Anforderungen, wird die Probe zur schlechten Qualität (PSE und RSE, erhöhter Tropfsaftverlust) gezählt.

**Variante 2:** Nur ein Parameter muss den Qualitätsgrenzwert einhalten, um die Probe in eine gute Qualität (PFN und gute Qualität, niedriger Tropfsaftverlust) zu bewerten.

**Tabelle 43: Korrelation zwischen den verschiedenen Qualitätsparametern**

| Parameter                    | pH<br>45 min<br>p. m.<br>K | pH<br>45 min<br>p. m.<br>S | pH<br>24 h<br>p. m.<br>K | pH<br>24 h<br>p. m.<br>S | LF<br>45 min<br>p. m.<br>K | LF<br>45 min<br>p. m.<br>S | LF<br>24 h<br>p. m.<br>K | LF<br>24 h<br>p. m.<br>S | Py<br>24 h<br>p. m.<br>K | Py<br>24 h<br>p. m.<br>S | Farb-<br>hellig-<br>keit<br>OPTO | Tropf-<br>saft-<br>verlust | IMF   |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|
| pH-Wert 45 min p. m. K       | -                          | 0,66                       | 0,15                     | 0,09                     | -0,44                      | -0,33                      | -0,52                    | -0,38                    | 0,27                     | 0,29                     | 0,19                             | -0,48                      | 0,10  |
| pH-Wert 45 min p. m. S       | 0,66                       | -                          | 0,21                     | 0,21                     | -0,39                      | -0,37                      | -0,43                    | -0,53                    | 0,26                     | 0,43                     | 0,24                             | -0,36                      | 0,10  |
| pH-Wert 24 h p. m. K         | 0,15                       | 0,21                       | -                        | 0,64                     | -0,01                      | 0,04                       | -0,08                    | -0,14                    | 0,09                     | 0,19                     | 0,59                             | -0,38                      | 0,09  |
| pH-Wert 24 h p. m. S         | 0,09                       | 0,21                       | 0,64                     | -                        | -0,01                      | 0,03                       | -0,05                    | -0,17                    | 0,08                     | 0,21                     | 0,43                             | -0,31                      | 0,06  |
| Leitfähigkeit 45 min p. m. K | -0,44                      | -0,39                      | -0,01                    | -0,01                    | -                          | 0,66                       | 0,52                     | 0,29                     | -0,38                    | -0,23                    | -0,19                            | 0,30                       | -0,02 |
| Leitfähigkeit 45 min p. m. S | -0,33                      | -0,37                      | 0,04                     | 0,03                     | 0,66                       | -                          | 0,32                     | 0,28                     | -0,19                    | -0,19                    | -0,12                            | 0,20                       | -0,02 |
| Leitfähigkeit 24 h p. m. K   | -0,52                      | -0,43                      | -0,08                    | -0,05                    | 0,52                       | 0,32                       | -                        | 0,39                     | -0,50                    | -0,31                    | -0,18                            | 0,36                       | -0,07 |
| Leitfähigkeit 24 h p. m. S   | -0,38                      | -0,53                      | -0,14                    | -0,17                    | 0,29                       | 0,28                       | 0,39                     | -                        | -0,29                    | -0,67                    | -0,24                            | 0,34                       | -0,06 |
| Py-Wert 24 h p. m. K         | 0,27                       | 0,26                       | 0,09                     | 0,08                     | -0,38                      | -0,19                      | -0,50                    | -0,29                    | -                        | 0,51                     | 0,12                             | -0,23                      | -0,03 |
| Py-Wert 24 h p. m. S         | 0,29                       | 0,43                       | 0,19                     | 0,21                     | -0,23                      | -0,19                      | -0,31                    | -0,67                    | 0,51                     | -                        | 0,24                             | -0,30                      | 0,03  |
| Farbhelligkeit (OPTO-Star)   | 0,19                       | 0,24                       | 0,59                     | 0,43                     | -0,19                      | -0,12                      | -0,18                    | -0,24                    | 0,12                     | 0,24                     | -                                | -0,38                      | 0,03  |
| Tropfsaftverlust             | -0,48                      | -0,36                      | -0,38                    | -0,31                    | 0,30                       | 0,20                       | 0,36                     | 0,34                     | -0,23                    | -0,30                    | -0,38                            | -                          | -0,08 |
| Intramuskulärer Fettgehalt   | 0,10                       | 0,10                       | 0,09                     | 0,06                     | -0,02                      | -0,02                      | -0,07                    | -0,06                    | -0,003                   | 0,03                     | 0,03                             | -0,08                      | -     |

**Tabelle 44: Zusammenstellung der Qualitätsparameter, bezogen auf die genetische Konstruktion**

| Parameter                            | genetische Konstruktion |                    |            |                    |            |                    |            |                    |            |                    |            |                    |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|
|                                      | DL                      |                    | DE         |                    | SA         |                    | Pi         |                    | DU         |                    | FL         |                    |
|                                      | Mittelwert              | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung |
| Muskelfleischanteil (FOM) [%]        | 55,5                    | 3,1                | 56,9       | 3,0                | 51,0       | 2,9                | 61,4       | 2,3                | 59,0       | 2,2                | 59,2       | 2,5                |
| pH-Wert 48 min p. m. K               | 6,4                     | 0,2                | 6,5        | 0,2                | 6,6        | 0,3                | 6,3        | 0,3                | 6,4        | 0,2                | 6,4        | 0,3                |
| pH-Wert 48 min p. m. S               | 6,4                     | 0,2                | 6,4        | 0,2                | 6,5        | 0,3                | 6,2        | 0,3                | 6,4        | 0,2                | 6,4        | 0,2                |
| pH-Wert 24 h p. m. K                 | 5,5                     | 0,2                | 5,5        | 0,1                | 5,7        | 0,3                | 5,5        | 0,1                | 5,6        | 0,2                | 5,5        | 0,1                |
| pH-Wert 24 h p. m. p. m. S           | 5,7                     | 0,2                | 5,6        | 0,2                | 5,7        | 0,4                | 5,6        | 0,1                | 5,7        | 0,2                | 5,7        | 0,2                |
| Py-Wert 24 h p. m. K                 | 55,3                    | 10,0               | 56,4       | 9,3                | 54,0       | 4,4                | 46,2       | 13,2               | 54,8       | 9,3                | 56,5       | 8,9                |
| Py-Wert 24 h p. m. S                 | 52,0                    | 13,0               | 52,5       | 13,7               | 51,1       | 15,5               | 37,4       | 19,6               | 49,3       | 13,3               | 51,7       | 11,5               |
| Leitfähigkeit 45 min p. m. K [mS/cm] | 4,1                     | 0,9                | 4,1        | 0,8                | 3,4        | 0,3                | 4,9        | 3,0                | 4,5        | 0,9                | 4,3        | 0,8                |
| Leitfähigkeit 45 min p. m. S [mS/cm] | 3,7                     | 0,8                | 3,6        | 1,0                | 3,2        | 0,4                | 3,8        | 2,9                | 3,8        | 0,6                | 3,6        | 0,7                |
| Leitfähigkeit 24 h p. m. K [mS/cm]   | 4,7                     | 1,4                | 4,9        | 1,4                | 4,8        | 1,6                | 6,1        | 2,4                | 4,9        | 1,6                | 5,2        | 1,6                |
| Leitfähigkeit 24 h p. m. S [mS/cm]   | 5,2                     | 1,9                | 5,2        | 2,2                | 5,1        | 2,3                | 7,0        | 3,1                | 5,5        | 2,2                | 5,6        | 1,9                |
| Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. [%]   | 2,6                     | 1,1                | 2,8        | 1,0                | 1,6        | 0,8                | 3,2        | 1,2                | 2,3        | 1,0                | 3,1        | 1,0                |
| Farbhelligkeit (OPTO-Star)           | 67,7                    | 7,5                | 65,5       | 7,7                | 72,3       | 10,6               | 62,4       | 7,4                | 67,8       | 7,2                | 63,4       | 8,0                |
| Intramuskulärer Fettgehalt [%]       | 0,97                    | 0,30               | 1,03       | 0,34               | 1,06       | 0,29               | 0,90       | 0,24               | 1,61       | 0,46               | 0,86       | 0,26               |
| Speckmaß [mm]                        | 18,6                    | 3,3                | 16,9       | 3,3                | 22,4       | 2,7                | 12,3       | 2,1                | 14,6       | 2,4                | 14,0       | 2,7                |
| Fleischmaß [mm]                      | 53,7                    | 4,8                | 53,9       | 4,6                | 48,5       | 8,0                | 64,3       | 5,1                | 55,3       | 4,4                | 53,3       | 4,2                |

Einen statistischen Überblick über den AutoFOM-Index (afom\_index) gibt die Tabelle 45. Zum Tropfsaftverlust ließ sich kein Zusammenhang nachweisen ( $r = 0,1$ ). Es zeigte sich ebenfalls kein Einfluss durch die Herkunft. Zur genetischen Konstruktion korrelierte er aber mit 0,5.

**Tabelle 45: Beschreibende Statistik des Parameter AutoFOM**

|                    | afom_index |
|--------------------|------------|
| Anzahl             | 199        |
| Minimum            | 55,04      |
| Maximum            | 98,21      |
| Mittelwert         | 81,77      |
| Median             | 81,98      |
| Standardabweichung | 9,24       |

Der Einfluss der MHS-Genkonstruktion ist bei Verrechnung über alle Rassen aufgrund der geringen Anzahl der NP- und PP-Tiere nicht nachweisbar. Zwar zeigen die Boxplot-Diagramme in Abbildung 43 eine Tendenz, wie man sie wohl auch erwarten durfte, aber keine gesicherte Abhängigkeit. Der Einfluss des MHS-Status innerhalb der Rasse Pietrain wurde bereits weiter vorn beschrieben.

Der Tropfsaftverlust als Zielgröße selbst zeigte mit  $r = 0,12$  eine verschwindend geringe Beeinflussung durch die Rasse und mit  $r = 0,01$  keinen Zusammenhang mit der Herkunft der Tiere. Der Zusammenhang zu Rasse ist als Boxplot-Diagramm in Abbildung 44 veranschaulicht.

Die Überprüfung des Einflusses der genetischen Konstruktion auf die Parameter der Fleischqualität zeigte erwartungsgemäß mittlere Korrelationen. Die Parameter mit einer Korrelation  $> 0,3$  sind in Tabelle 46 sortiert nach ihrer Größe aufgeführt.

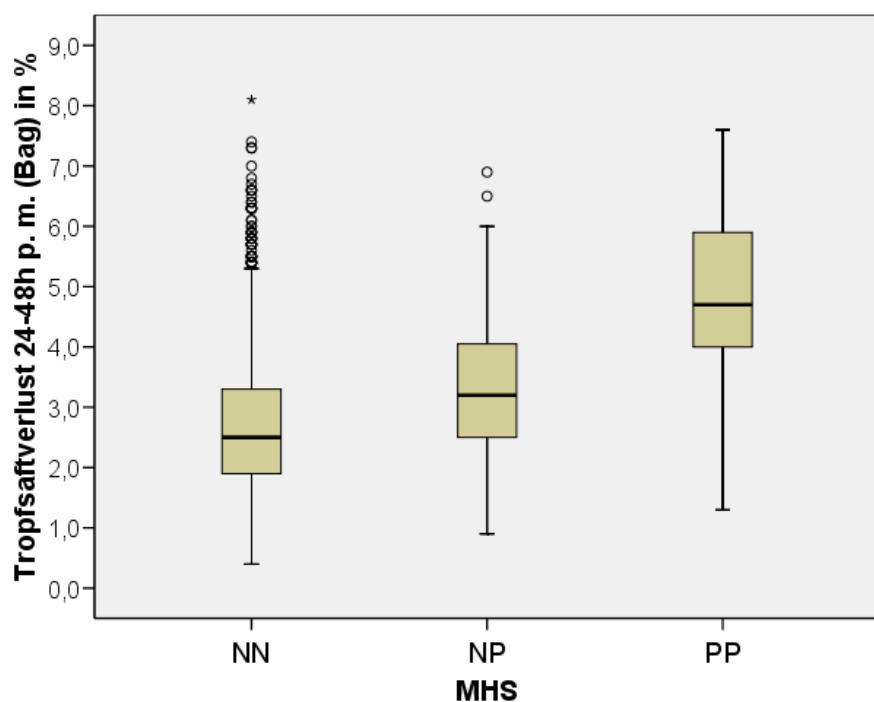


Abbildung 43: Boxplot-Diagramm des Tropfsaftverlustes der drei MHS-Genkonstruktionen

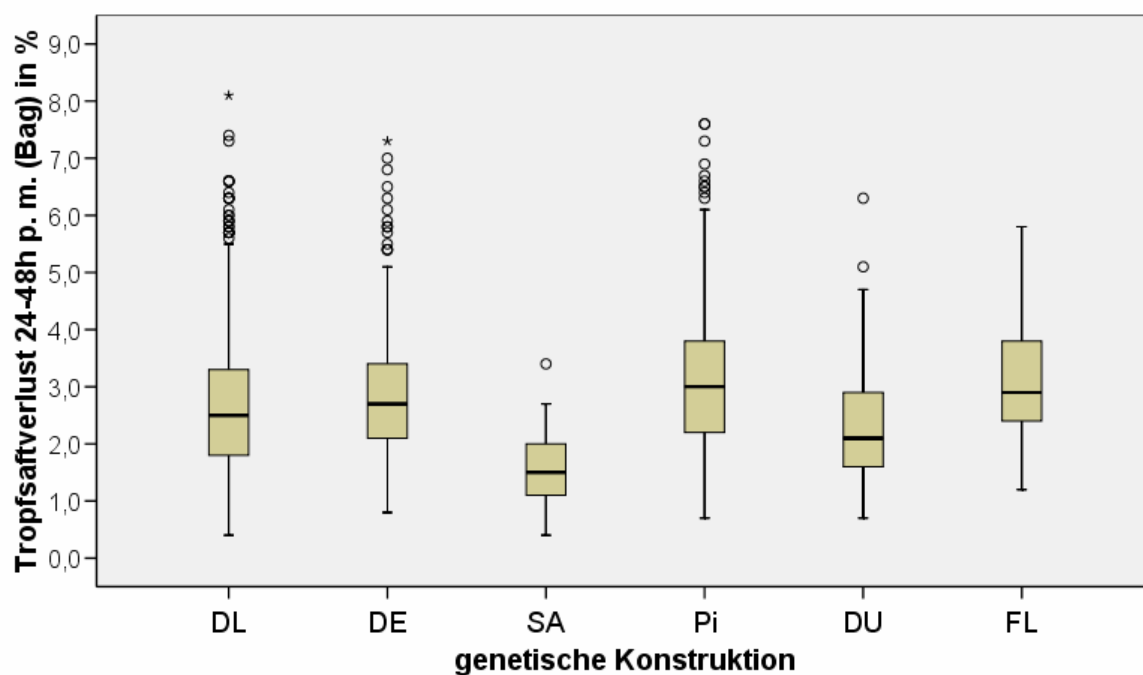


Abbildung 44: Boxplot-Diagramm des Tropfsaftverlustes der verschiedenen genetischen Konstruktionen

**Tabelle 46: Fleischqualitätsparameter mit einer Korrelation über 0,3 zur genetischen Konstruktion**

|   |      |
|---|------|
| Rückenspeckdicke am Widerrist in cm               | 0,32 |
| Rückenmuskelfläche in cm <sup>2</sup>             | 0,33 |
| korrigierte Rückenmuskelfläche in cm <sup>2</sup> | 0,35 |
| Beurteilung der Bauchqualität                     | 0,38 |
| Auto-FOM Schinken [kg]                            | 0,38 |
| Innere Länge am Schlachtkörper in cm              | 0,42 |
| Speckmaß D  | 0,42 |
| Sondenmass vom Schlachthof                        | 0,42 |
| Speckmaß B  | 0,45 |
| Muskel-Fleisch-Anteil (Bonner Formel)             | 0,45 |
| Ultraschall 2 in mm                               | 0,46 |
| Ultraschall 3 in mm                               | 0,46 |
| Speckmaß vom Schlachthof                          | 0,46 |
| Ultraschall 1 in mm                               | 0,47 |
| Fleisch-Fett-Verhältnis                           | 0,47 |
| Ultraschall gesamt in mm                          | 0,48 |
| Fettfläche in cm <sup>2</sup>                     | 0,48 |
| korrigierte Fettfläche in cm <sup>2</sup>         | 0,48 |
| Auto-FOM Bauch-Magerfleischanteil [%]             | 0,48 |
| Auto-FOM Index [Punkte]                           | 0,5  |
| Fleischanteil Bauch                               | 0,57 |

In der Tabelle 47 sind die am Schlachthof vorgenommenen Einstufungen der Handelsklassen ausgewählten Qualitätsparametern gegenübergestellt. Der Muskelfleischanteil nimmt entsprechend der Handelsklassenstufen E, U, R und O von 58 % auf 44 % ab. Die Handelsklasse P war nicht vertreten. Bei allen ausgewählten Qualitätsparametern wies die Handelsklasse E einen deutlich höheren Anteil an Fleischqualitätsmängeln auf. Vor allem bei der Farbhelligkeit, dem Py-Wert und der Leitfähigkeit lag der Anteil über 20 %. 14 % der Tiere hatten einen Tropfsaftverlust > 4,0 %. Diese Ergebnisse bestätigen den bekannten negativen Einfluss hoher Muskelfleischanteile auf die Fleischqualität.

**Tabelle 47: Gegenüberstellung der Schlachtkörperklassifizierung der LPA-Tiere mit ausgewählten Qualitätsparametern, alle am Rückenmuskel gemessen, unter Berücksichtigung bestimmter Grenzwerte**

|   | Anzahl der Tiere | Muskelfleischanteil (FOM) | Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag) | pH-Wert 45 min p. m. K | Py-Wert 24 h p. m. K | Leitfähigkeit 24 h p. m. K | Farbhelligkeit (OPTO) 24 h p. m. |
|---|------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|
|   |                  |                           | <b>&gt; 4,0 %</b>                    | <b>≤ 5,8 %</b>         | <b>≤ 45</b>          | <b>≥ 6,0</b>               | <b>≤ 60</b>                      |
| E | 2.402            | 58,8 %                    | 14,2 %                               | 3,5 %                  | 22,4 %               | 24,9 %                     | 24,7 %                           |
| U | 878              | 53,2 %                    | 8,7 %                                | 1,4 %                  | 13,7 %               | 13,4 %                     | 17,1 %                           |
| R | 112              | 48,6 %                    | 8,9 %                                | 0,0 %                  | 8,0 %                | 13,5 %                     | 10,7 %                           |
| O | 3                | 44,1 %                    | 0,0 %                                | 0,0 %                  | 0,0 %                | 0,0 %                      | 0,0 %                            |
| P | 0                |                           |                                      |                        |                      |                            |                                  |

In der Tabelle 48 sind ausgewählte Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung und der Fleischqualität, bezogen auf die Jahreszeit, zusammengestellt. Mit Ausnahme des intramuskulären Fettgehaltes bestehen zwischen den Jahreszeiten teilweise signifikante Unterschiede. Für die Mittelwertvergleiche kam der Scheffé-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 zur Anwendung.

**Tabelle 48: Beschreibende Statistik ausgewählter Parameter der Schlachtkörperzusammensetzung und der Fleischqualität, bezogen auf die Jahreszeit**

| Qualitätsparameter                                       | Jahreszeit | Anzahl | Mittelwert        | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|--|------------|--------|-------------------|---------|---------|--------------------|
| Muskelfleischanteil<br>(FOM)<br>[%]                      | Frühling   | 941    | 57,2 <sup>b</sup> | 44,8    | 67,5    | 3,62               |
|  | Sommer     | 862    | 57,3 <sup>b</sup> | 45,9    | 66,6    | 3,76               |
|  | Herbst     | 707    | 56,6 <sup>a</sup> | 46,2    | 66,8    | 3,79               |
|  | Winter     | 886    | 56,9              | 43,4    | 65,9    | 3,63               |
| Tropfsaftverlust<br>24-48h p. m.<br>[%]                  | Frühling   | 941    | 2,7 <sup>b</sup>  | 0,5     | 8,1     | 1,18               |
|  | Sommer     | 862    | 2,9 <sup>a</sup>  | 0,4     | 7,6     | 1,15               |
|  | Herbst     | 707    | 2,7 <sup>b</sup>  | 0,4     | 7,0     | 1,13               |
|  | Winter     | 886    | 2,7 <sup>b</sup>  | 0,4     | 6,6     | 1,03               |
| Farbhelligkeit<br>OPTO-Star                              | Frühling   | 941    | 66,6 <sup>b</sup> | 43,1    | 91,7    | 7,71               |
|  | Sommer     | 862    | 64,7 <sup>a</sup> | 36,9    | 91,2    | 7,58               |
|  | Herbst     | 707    | 67,1 <sup>b</sup> | 45      | 90,6    | 7,89               |
|  | Winter     | 886    | 66,7 <sup>b</sup> | 43,6    | 100,0   | 7,91               |
| pH-Wert<br>48 min p. m.<br>(Rückenmuskel)                | Frühling   | 750    | 6,40 <sup>b</sup> | 5,31    | 7,14    | 0,27               |
|  | Sommer     | 626    | 6,35 <sup>a</sup> | 5,34    | 7,19    | 0,27               |
|  | Herbst     | 548    | 6,43 <sup>b</sup> | 5,26    | 6,99    | 0,27               |
|  | Winter     | 722    | 6,41 <sup>b</sup> | 5,31    | 7,53    | 0,27               |
| Leitfähigkeit<br>24 h p. m.<br>(Rückenmuskel)<br>[mS/cm] | Frühling   | 941    | 4,8 <sup>b</sup>  | 0,8     | 13,0    | 1,64               |
|  | Sommer     | 862    | 5,2 <sup>a</sup>  | 1,6     | 15,0    | 1,76               |
|  | Herbst     | 706    | 5,1 <sup>a</sup>  | 2,4     | 14,6    | 1,80               |
|  | Winter     | 886    | 4,9 <sup>b</sup>  | 1,2     | 18,1    | 1,69               |
| Py-Wert<br>24 h p. m.<br>(Rückenmuskel)                  | Frühling   | 941    | 53,8 <sup>b</sup> | 9       | 72      | 10,91              |
|  | Sommer     | 862    | 53,4 <sup>b</sup> | 4       | 85      | 11,06              |
|  | Herbst     | 707    | 53,0 <sup>b</sup> | 1       | 74      | 12,21              |
|  | Winter     | 886    | 55,2 <sup>a</sup> | 10      | 74      | 10,07              |
| Intramuskulärer<br>Fettgehalt<br>[%]                     | Frühling   | 941    | 1,00              | 0,27    | 4,56    | 0,36               |
|  | Sommer     | 862    | 0,96              | 0,37    | 2,82    | 0,30               |
|  | Herbst     | 707    | 0,99              | 0,46    | 2,90    | 0,31               |
|  | Winter     | 886    | 0,98              | 0,41    | 2,68    | 0,33               |
| Speckmaß<br>[mm]   | Frühling   | 941    | 16,6 <sup>b</sup> | 8,1     | 29,0    | 3,87               |
|  | Sommer     | 862    | 16,6 <sup>b</sup> | 8,6     | 29,5    | 4,01               |
|  | Herbst     | 707    | 17,6 <sup>a</sup> | 8,1     | 29,5    | 4,02               |
|  | Winter     | 886    | 17,1 <sup>b</sup> | 8,6     | 31,1    | 3,81               |
| Fleischmaß<br>[mm]                                       | Frühling   | 941    | 55,4 <sup>b</sup> | 37,4    | 77,9    | 6,29               |
|  | Sommer     | 862    | 55,4 <sup>b</sup> | 37,4    | 74,5    | 6,18               |
|  | Herbst     | 707    | 56,4 <sup>a</sup> | 41,8    | 80,4    | 6,48               |
|  | Winter     | 886    | 55,4 <sup>b</sup> | 22,0    | 80,4    | 6,18               |

Mit unterschiedlichen Buchstaben (a, b) gekennzeichnete Mittelwerte unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ).



### 3.3 Ergebnisse der Untersuchungen an Kreuzungstieren

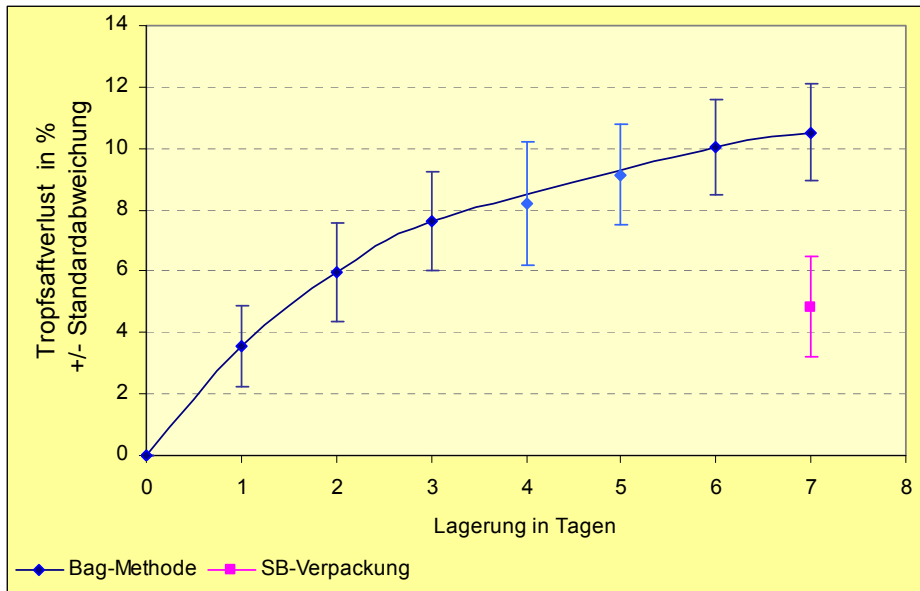
Im dritten Teilschritt des Projektes wurden insgesamt 802 Schweine der Kreuzungen Pi x DL, Pi x DE/DL und Du x DE/DL einbezogen. An den Fleischproben erfolgte die Bestimmung ausgewählter Parameter der Fleischbeschaffenheit. Die Bestimmung des pH-Wertes 45 min p. m. konnte aus produktionstechnischen Gründen am Schlachthof B nicht durchgeführt werden.

In der Tabelle 49 sind die erfassten Fleischqualitätsparameter zusammengefasst. Die Eingangstemperatur der Fleischproben im Labor lag im Mittel bei 5,4 °C. Nahezu alle Tiere zeigten einen normalen End-pH-Wert (24 h p. m.). Im Durchschnitt wurde ein pH-Wert von 5,5 gemessen. Lediglich zwei Tiere wiesen einen pH-Wert von 5,8-5,9 auf.

**Tabelle 49: Ausgewählte Parameter der Fleischbeschaffenheit**

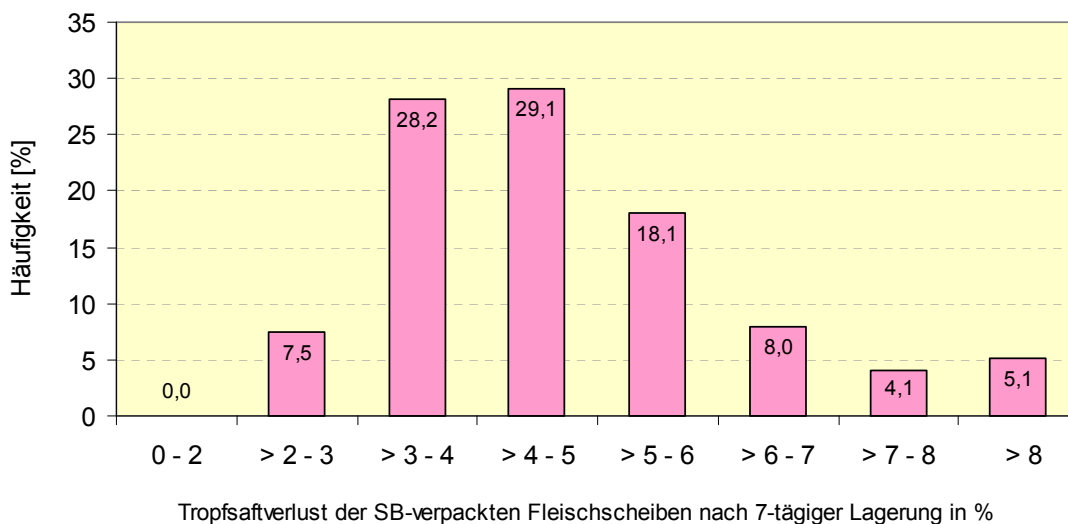
|                             | Anzahl | Mittelwert  | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|-----------------------------|--------|-------------|---------|---------|--------------------|
| Eingangstemperatur [°C]     | 802    | <b>5,4</b>  | 3       | 11      | 1,0                |
| pH-Wert 24 h p. m.          | 802    | <b>5,5</b>  | 5,2     | 5,9     | 0,1                |
| Py-Wert 24 h p. m.          | 802    | <b>50</b>   | 6       | 76      | 17                 |
| L*-Wert 24 h p. m.          | 783    | <b>49,3</b> | 37,7    | 60,0    | 2,5                |
| a*-Wert 24 h p. m.          | 783    | <b>7,3</b>  | 3,7     | 11,0    | 1,1                |
| b*-Wert 24 h p. m.          | 783    | <b>1,5</b>  | -1,4    | 5,0     | 0,9                |
| IMF-Gehalt [%]              | 802    | <b>1,46</b> | 0,52    | 3,87    | 0,53               |
| DV 24-48 h p. m. (Bag) [%]  | 802    | <b>3,6</b>  | 0,8     | 11,6    | 1,3                |
| DV 24-72 h p. m. (Bag) [%]  | 750    | <b>6,0</b>  | 1,6     | 14,1    | 1,6                |
| DV 24-96 h p. m. (Bag) [%]  | 563    | <b>7,6</b>  | 3,4     | 18,1    | 1,6                |
| DV 24-120 h p. m. (Bag) [%] | 92     | <b>8,2</b>  | 3,7     | 13,4    | 2,0                |
| DV 24-144 h p. m. (Bag) [%] | 238    | <b>9,1</b>  | 4,5     | 15,9    | 1,6                |
| DV 24-168 h p. m. (Bag) [%] | 764    | <b>10,0</b> | 5,1     | 20,0    | 1,6                |
| DV 24-192 h p. m. (Bag) [%] | 802    | <b>10,5</b> | 5,7     | 20,5    | 1,6                |
| DV 24-192 h p. m. (SB) [%]  | 802    | <b>4,8</b>  | 2,2     | 13,3    | 1,6                |
| L*-Wert 192 h p. m. (SB)    | 802    | <b>52,4</b> | 45,4    | 60,6    | 2,3                |
| a*-Wert 192 h p. m. (SB)    | 802    | <b>7,9</b>  | 4,6     | 11,7    | 1,1                |
| b*-Wert 192 h p. m. (SB)    | 802    | <b>5,5</b>  | 1,7     | 8,5     | 1,1                |

Die mittleren Tropfsaftverluste der Bag-Methode 24-48 h p. m. und der SB-Verpackung nach siebentägiger Lagerung lagen bei 3,6 % bzw. 4,8 %. In der Abbildung 45 ist der Anstieg der Tropfsaftverluste der Bag-Methode dem Mittelwert des Tropfsaftverlustes der SB-verpackten Fleischscheiben nach siebentägiger Lagerung gegenübergestellt. Die dazugehörigen Daten sind aus der Tabelle 31 zu entnehmen. Weil am 4. und 5. Tag nur teilweise Tropfsaftverluste ermittelt wurden, sind diese nicht unmittelbar in die Kurve eingeflossen. Die Kurve zeigt aber einen deutlichen Trend. In den ersten drei Tagen ist ein stärkerer Anstieg der Tropfsaftverluste als in den letzten Tagen zu verzeichnen. Ein vergleichbarer Trend wurde von OTTO et al. (2004) auch an SB-verpacktem Fleisch beschrieben.



**Abbildung 45: Verlauf der Tropfsaftverluste der Bag-Methode**

Setzt man den CMA-Richtwert von 4,0 % für den Tropfsaftverlust als Maßstab an, so erreichen lediglich 36 % der SB-verpackten Fleischscheiben diesen Wert (Abbildung 46). Ca. 65 % der Fleischscheiben weisen einen Tropfsaftverlust von  $\leq 5,0$  % auf. Bei 5 % der untersuchten Tiere wurde ein Tropfsaftverlust von mehr als 8,0 % ermittelt.



**Abbildung 46: Einteilung der Tropfsaftverluste der SB-verpackten Fleischscheibe in verschiedene Größenordnungen**

Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Fleischqualitätsparametern und den Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m. (Bag) und 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) sind in der Tabelle 50 aufgeführt. Lediglich der Py-Wert 24 h p. m. korreliert mit den beiden Tropfsaftverlusten mit fast -0,7 relativ gut. Der pH-Wert 24 h p. m. weist zu den Tropfsaftverlusten mit -0,15 und -0,16 erwartungsgemäß niedrige Korrelationen auf. Der pH-Wert, 24 h p. m. gemessen, ist für die Diagnostik eines DFD-Mangels geeignet. Ein PSE-Mangel kann zu diesem Zeitpunkt nicht mehr erfasst werden. Zur Erfassung eines PSE-Mangels mittels pH-Wert muss die Messung innerhalb einer Stunde nach der Schlachtung, in der Regel 45 min p. m., erfolgen. Diese Messung war aber aus produktionstechnischen Gründen am Schlachthof B nicht realisierbar.

**Tabelle 50: Korrelationen zwischen den Fleischqualitätsparametern und den Tropfsaftverlusten (DV)**

|  | Anzahl | DV 24-48 h p. m. (BAG) | DV 24-192 h p. m. (SB) |
|--|--------|------------------------|------------------------|
| Py-Wert 24 h p. m.<br>(am Rückenstück) | 802    | -0,66                  | -0,68                  |
| pH-Wert 24 h p. m.                     | 802    | -0,15                  | -0,16                  |
| L*-Wert 24 h p. m.                     | 783    | 0,21                   | 0,28                   |
| a*-Wert 24 h p. m.                     | 783    | 0,32                   | 0,33                   |
| b*-Wert 24 h p. m.                     | 783    | 0,28                   | 0,36                   |
| IMF-Gehalt [%]                         | 802    | 0,03                   | 0,17                   |
| L*-Wert 192 h p. m. (SB)               | 802    | 0,18                   | 0,29                   |
| a*-Wert 192 h p. m.                    | 802    | 0,33                   | 0,36                   |
| b*-Wert 192 h p. m.                    | 802    | 0,43                   | 0,45                   |

Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Tropfsaftverlusten der Bag-Methode und dem der SB-verpackten Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung liegen zwischen 0,63 und 0,77 (Tabelle 51). Der Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. weist die höchste Korrelation auf.

**Tabelle 51: Korrelationen zwischen den Tropfsaftverlusten der Bag-Methode und dem Tropfsaftverlusten der SB-verpackten Scheibe nach siebentägiger Lagerung**

|                         | Anzahl | DV 24-192 h p. m. (SB) |
|-------------------------|--------|------------------------|
| DV 24-48 h p. m. (Bag)  | 802    | 0,77                   |
| DV 24-72 h p. m. (Bag)  | 750    | 0,74                   |
| DV 24-96 h p. m. (Bag)  | 563    | 0,69                   |
| DV 24-120 h p. m. (Bag) | 92     | 0,73                   |
| DV 24-144 h p. m. (Bag) | 238    | 0,71                   |
| DV 24-168 h p. m. (BAG) | 764    | 0,63                   |
| DV 24-192 h p. m. (Bag) | 802    | 0,63                   |

In der Tabelle 52 sind die Tropfsaftverluste (DV) der Bag-Methode 24-48 h p. m. und der SB-verpackten Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung in vier Gruppen eingeteilt. Als Grenzwert für den Tropfsaftverlust der Bag-Methode 24-48 h p. m. wurde der CMA-Richtwert von 4,0 % festgelegt. Für den Tropfsaftverlust der SB-Verpackung kam ein Grenzwert von 5,0 % zur Anwendung. Letzterer entspricht dem Wert, unter dem 65 % der ermittelten Werte liegen (siehe Abbildung 46). Ein Wert von 4,0 % erscheint in diesem Fall als ungeeignet, weil 64 % der untersuchten Fleischproben diesen Wert überschritten.

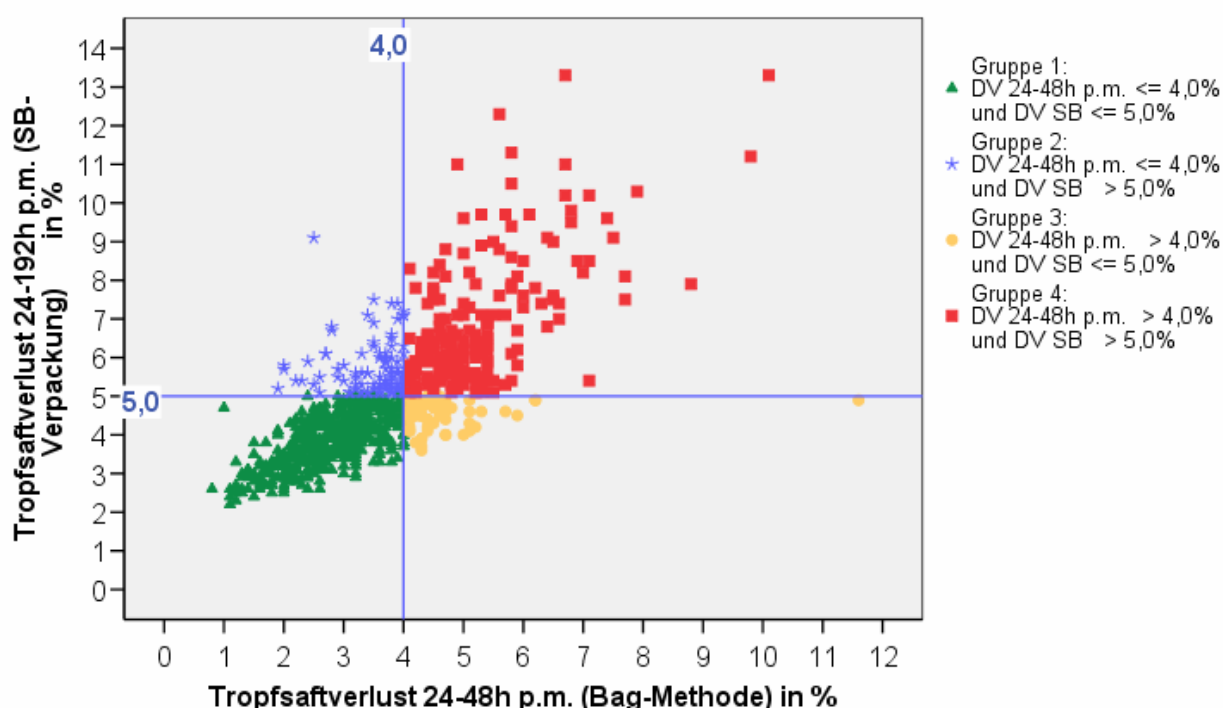
Von 57,4 % der untersuchten Fleischproben wurden sowohl der Grenzwert der Bag-Methode als auch der SB-Verpackung unterschritten. Dieser Gruppe (Gruppe 1 in Tabelle 52) kann das Fleisch sehr guter bis guter Qualität zugeordnet werden. PSE-Fleisch bzw. Fleisch mit PSE-Verdacht entspricht der Gruppe 4. Sowohl der Grenzwert der Bag-Methode als auch der SB-Verpackung wurden von 23,4 % der Proben überschritten. Lediglich 19,2 % der Proben (Gruppe 2 und 3) zeigten bei nur einem Grenzwert eine Überschreitung. In der Abbildung 47 sind die nach Gruppen geordneten Tropfsaftverluste dargestellt.

Der Tropfsaftverlust, mittels Bag-Methode 24-48 h p. m. gemessen, kann prinzipiell zur Abschätzung des Tropfsaftverlustes der SB-verpackten Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung bei 4 °C herangezogen werden. Als Routinemethode am Schlachthof ist diese Methode aber ungeeignet, weil zum einen der Schlachtkörper durch das Herausschneiden einer Fleischscheibe negativ beeinträchtigt wird und zum anderen der hohe Zeitaufwand für die Durchführung der Methode

ökonomisch nicht vertretbar ist. Dieser Aufwand ist aber für die Erfassung des Saffthaltevermögens als ein Kriterium der Zuchtwertschätzung im Rahmen der Leistungsprüfung der Nachkommen gerechtfertigt.

**Tabelle 52: Einteilung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag-Methode) und 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) in Gruppen**

| DV Bag 24-48 h p. m./<br>DV SB 24-192 h p. m.                  | Anzahl der Tiere |      |
|--|------------------|------|
|  | n                | %    |
| <b>Gruppe 1:</b><br>DV Bag $\leq 4,0$ % und DV SB $\leq 5,0$ % | 460              | 57,4 |
| <b>Gruppe 2:</b><br>DV Bag $\leq 4,0$ % und DV SB $> 5,0$ %    | 95               | 11,8 |
| <b>Gruppe 3:</b><br>DV Bag $> 4,0$ % und DV SB $\leq 5,0$ %    | 59               | 7,4  |
| <b>Gruppe 4:</b><br>DV Bag $> 4,0$ % und DV SB $> 5,0$ %       | 188              | 23,4 |



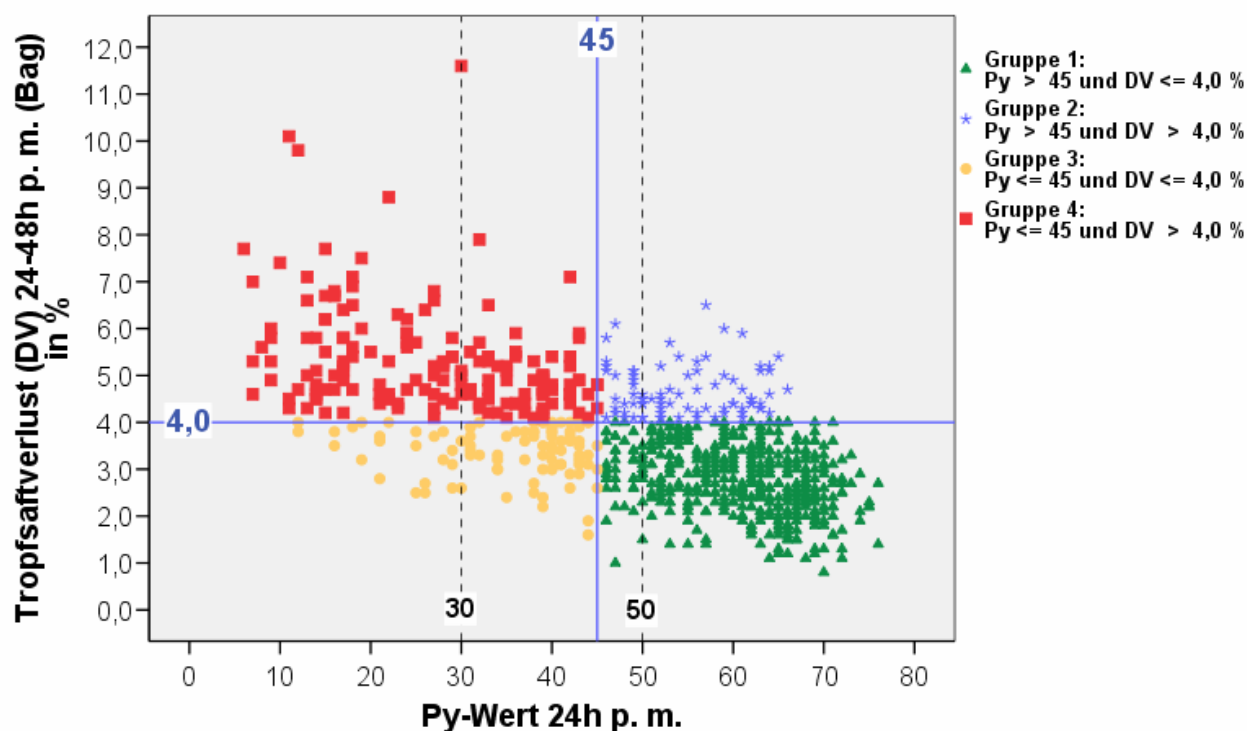
**Abbildung 47: Einteilung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag-Methode) und 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) nach Gruppen**

Der Py-Wert 24 h p. m. korreliert mit einem Koeffizienten von -0,68 am besten mit dem Tropfsaftverlust der SB-Verpackung (Tabelle 50). Für eine genauere Betrachtung der Beziehung zwischen Py-Wert und Tropfsaftverlust wurden ebenfalls Gruppen gebildet (Tabellen 36 und 38). Als Grenzwert für den Py-Wert hat die CMA für Qualitätsschweinefleisch einen Wert von 45 etabliert. Dieser fand in der Gruppeneinteilung Berücksichtigung. Wie oben bereits beschrieben, wurde für den Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode) ein Grenzwert von 4,0 % und für den Tropfsaftverlust der SB-verpackten Fleischscheibe ein Wert von 5,0 % festgelegt. In der Tabelle 53 sind die Gruppeneinteilung definiert und die Ergebnisse der Gruppenauswertung hinsichtlich Py-Wert und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode) zusammengefasst. Nahezu 58 % der untersuchten Fleischproben wiesen Py-Werte von  $> 45$  bei gleichzeitiger Unterschreitung des Grenzwertes für den Tropfsaftverlust (4,0 %) auf. Diese Gruppe 1 ist charakteristisch für Fleisch guter bis sehr guter Qualität. Dagegen besitzen die Proben, die der Gruppe 2 und 4 zugeordnet sind, ein schlechtes Saffthaltevermögen. Die Tropfsaftverluste liegen über 4,0 %. Die Proben der Gruppe 4 (ca. 21 % der Proben) wurden über den Py-Wert ( $\leq 45$ ) richtig als Proben mit erhöhtem Tropfsaftverlust diagnostiziert. Mit dem Py-Wert als Auswahlkriterium (Grenzwert von 45) würden die Proben der Gruppe 2 und 3 (insgesamt 22 %) hinsichtlich des

Tropfsaftverlustes mit dem Grenzwert 4,0 % nicht richtig beurteilt. Die erhöhten Tropfsaftverluste der Proben aus der Gruppe 2 spiegeln sich in den hohen Py-Werten nicht wider. Ebenfalls korrelieren die niedrigen Tropfsaftverluste in der Gruppe 3 nicht mit den niedrigen Py-Werten. In der Abbildung 48 sind die Gruppen gegenübergestellt.

**Tabelle 53: Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. und Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag-Methode) in Gruppen**

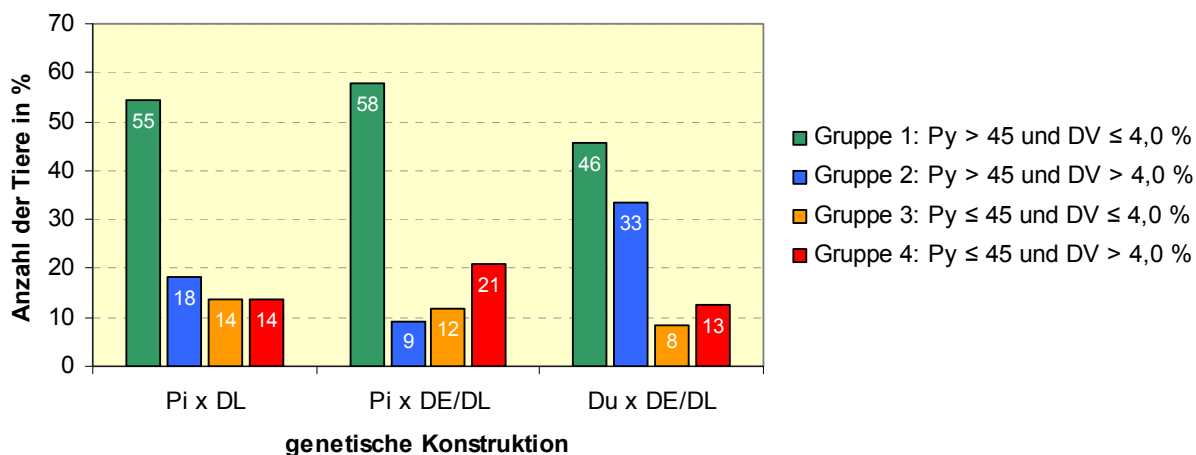
| Py 24 h p. m./<br>DV 24-48 h p. m. (Bag)   | genetische Konstruktion |                      |                      | alle Tiere<br>Anzahl |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|  | Pi x DL<br>Anzahl       | Pi x DE/DL<br>Anzahl | Du x DE/DL<br>Anzahl |                      |
| <b>Gruppe 1:</b><br>Py > 45 und DV ≤ 4,0 % | 12                      | 438                  | 11                   | 461 (57,5 %)         |
| <b>Gruppe 2:</b><br>Py > 45 und DV > 4,0 % | 4                       | 70                   | 8                    | 82 (10,2 %)          |
| <b>Gruppe 3:</b><br>Py ≤ 45 und DV ≤ 4,0 % | 3                       | 89                   | 2                    | 94 (11,7 %)          |
| <b>Gruppe 4:</b><br>Py ≤ 45 und DV > 4,0 % | 3                       | 159                  | 3                    | 165 (20,6 %)         |



**Abbildung 48: Gegenüberstellung von Py-Werten 24 h p. m. und Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m. (Bag-Methode), nach Gruppen geordnet**

In der Abbildung 49 ist der prozentuale Anteil der Gruppen auf die verschiedenen Kreuzungen aufgeschlüsselt. Bei allen Kreuzungen ist die Gruppe 1 (Fleisch guter Qualität) prozentual am stärksten vertreten. Die Abbildung 48 enthält zwei zusätzlich gestrichelt gekennzeichnete Grenzwerte auf der x-Achse (Py-Wert). SCHÖBERLEIN et al. (1999) leiteten aus Untersuchungen an 115 Schweinen für den Py-Wert 24 h p. m., gemessen im M. longissimus am Schlachtkörper, folgende Grenzwerte ab:

- Py-Wert < 30                      PSE-Fleisch
- Py-Wert 30-50                  Fleisch mit geringfügigen Qualitätsmängeln
- Py-Wert > 50                    Fleisch guter Qualität



**Abbildung 49: Prozentualer Anteil der Gruppen, bezogen auf die genetische Konstruktion**

Dieselben Grenzwerte wurden auch von ALTMANN et al. (2005) im Rahmen einer Studie zum PSE-Status bei marktkonformen Schweinen verwendet. In Kombination mit dem Leitfähigkeitswert 24 h p. m. erfolgte in verschiedenen Schlachtbetrieben Deutschlands eine PSE-Diagnostik an Schweineschlachtkörpern. Py-Werte für Fleisch guter Qualität (> 50) sind hier einem Tropfsaftverlust von < 4,0 % gleichgesetzt. Für PSE-Fleisch entsprechen die Py-Werte (< 30) Tropfsaftverlusten von > 6,0 %. Demzufolge werden Py-Werte von 30 bis 50 Tropfsaftverlusten zwischen 4,0 % und 6,0 % zugeordnet.

Wertet man die Ergebnisse nach dieser Einstufung aus, so ist festzustellen, dass nahezu 59 % der Proben einen Py-Wert von > 50 aufwiesen (Tabelle 54). Davon zeigten wiederum fast 89 % einen Tropfsaftverlust von < 4,0 %. Lediglich bei einer Probe (0,2 %) wurde trotz eines Py-Wertes von 57 ein Tropfsaftverlust von 6,5 % ermittelt. In der Gruppe mit Py-Werten zwischen 30 und 50 befinden sich 54 % der Proben mit einem Tropfsaftverlust von < 4,0 %. Gleichzeitig war nur bei 2 % der Proben ein Tropfsaftverlust von > 6,0 % zu verzeichnen. Bei 19 % der Proben der Gruppe mit einem Py-Wert von < 30 trat ein Tropfsaftverlust von < 4,0 % auf. Das sind nur 2,7 % aller untersuchten Proben.

Die in der Tabelle 54 dargestellten Verhältnisse in den Qualitätsgruppen weichen zum Teil deutlich von denen von SCHÖBERLEIN et al. (1999) beschriebenen ab. Ursachen dafür können zum einen im unterschiedlichen Tiermaterial, zum anderen aber auch daran liegen, dass in der vorliegenden Arbeit der Py-Wert am ausgelösten Rückenstück (Koteletteilstück) und nicht am Schlachtkörper gemessen wurde. In der oben genannten Veröffentlichung wird darauf hingewiesen, dass die Übertragbarkeit der Py-Grenzwerte von 30 und 50 von der Schlachtkörperhälfte auf Koteletteilstücke noch zu prüfen ist. Zwischen der Schlachtkörperhälfte und einem Koteletteilstück können aufgrund der Zerlegung Differenzen im Py-Wert bestehen.

**Tabelle 54: Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. nach SCHÖBERLEIN et al. (1999) mit Berücksichtigung der Tropfsaftverluste 24-48 h p. m. (Bag)**

| Py-Wert 24 h p. m.                        | < 30          |              |              | 30-50                                     |              |            | > 50                   |              |            |
|---|---------------|--------------|--------------|---|--------------|------------|------------------------|--------------|------------|
|   | PSE-Fleisch   |              |              | Fleisch mit geringfügigen Qualitätsmangel |              |            | Fleisch guter Qualität |              |            |
| Anzahl                                    | 115<br>14,3 % |              |              | 218<br>27,2 %                             |              |            | 469<br>58,5 %          |              |            |
| Tropfsaftverlust Bag<br>24-48 h p. m. [%] | ≤ 4,0         | > 4,0-6,0    | > 6,0        | ≤ 4,0                                     | > 4,0-6,0    | > 6,0      | ≤ 4,0                  | > 4,0-6,0    | > 6,0      |
| Anzahl                                    | 22<br>19,1 %  | 68<br>59,1 % | 25<br>21,7 % | 118<br>54,1 %                             | 95<br>43,6 % | 5<br>2,3 % | 415<br>88,5 %          | 53<br>11,3 % | 1<br>0,2 % |

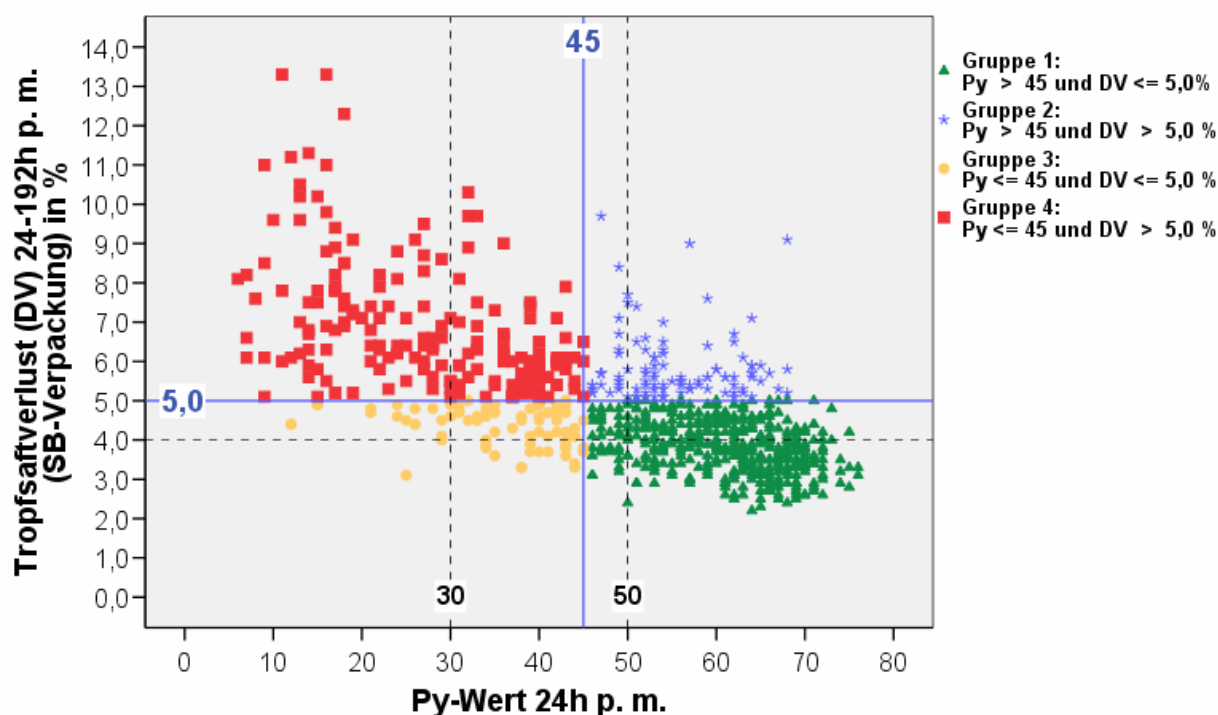
Die Gruppeneinteilung für die Betrachtung der Beziehung zwischen den Py-Werten 24 h p. m. und Tropfsaftverlusten 24-192 h p. m. der SB-verpackten Fleischscheibe sind in der Tabelle 55 definiert und in Abbildung 50 als Streudiagramm dargestellt. Für den Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. der SB-verpackten Fleischscheibe wurde, wie oben bereits dargelegt, ein Grenzwert von 5,0 % gewählt.

Die Kriterien der Gruppe 1, die Fleisch mit guter bis sehr guter Qualität charakterisieren, erfüllten 55 % der untersuchten Proben. Der hohe Py-Wert korreliert mit den niedrigen Tropfsaftverlusten. 23 % der Proben wurden der Gruppe 4 zugeordnet. Die Kriterien dieser Gruppe sind charakteristisch für Fleisch mit merklichen Qualitätsmängeln (PSE-Fleisch). Erwartungsgemäß spiegeln sich die niedrigen Py-Werte in den erhöhten Tropfsaftverlusten wider. Über den Py-Wert lassen sich insgesamt 78 % der Fleischproben hinsichtlich des Tropfsaftverlustes 24-192 h p. m. korrekt in gute und schlechte Qualität selektieren.

Die Proben der Gruppe 2 und 3 (insgesamt 22 %) werden über den Py-Wert hinsichtlich des Tropfsaftverlustes mit dem Grenzwert 5,0 % nicht richtig beurteilt. Hohe Py-Werte sind hohen Tropfsaftverlusten (Gruppe 2) und niedrige Py-Werte niedrigen Tropfsaftverlusten zugeordnet.

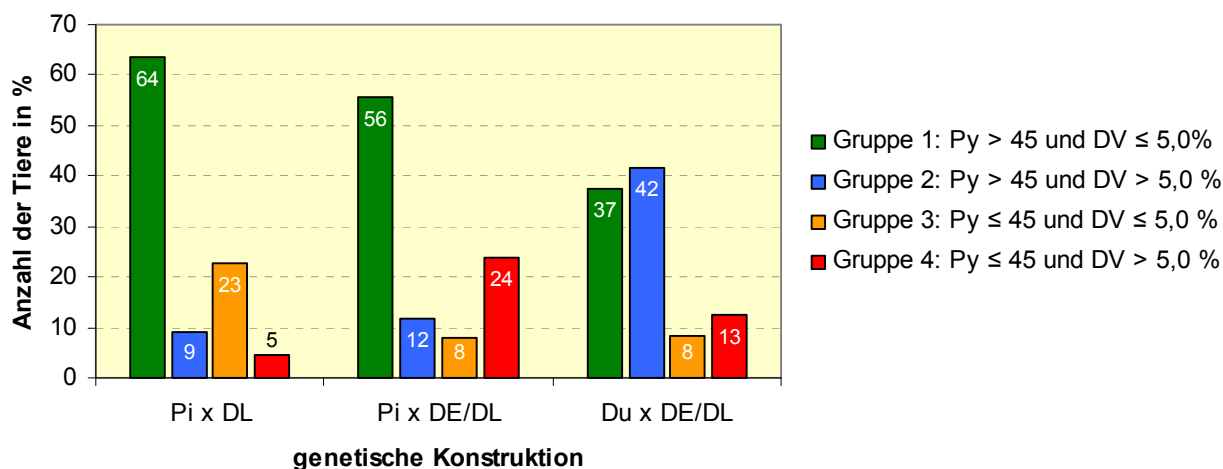
**Tabelle 55: Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. und Tropfsaftverluste 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) in Gruppen**

| Py 24 h p. m./<br>DV 24-192 h p. m. (SB)   | genetische Konstruktion |                      |                      | alle Tiere<br>Anzahl |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|  | Pi x DL<br>Anzahl       | Pi x DE/DL<br>Anzahl | Du x DE/DL<br>Anzahl |                      |
| <b>Gruppe 1:</b><br>Py > 45 und DV ≤ 5,0%  | 14                      | 420                  | 9                    | 443 (55,2 %)         |
| <b>Gruppe 2:</b><br>Py > 45 und DV > 5,0 % | 2                       | 88                   | 10                   | 100 (12,5 %)         |
| <b>Gruppe 3:</b><br>Py ≤ 45 und DV ≤ 5,0 % | 5                       | 69                   | 2                    | 76 (9,5 %)           |
| <b>Gruppe 4:</b><br>Py ≤ 45 und DV > 5,0 % | 1                       | 179                  | 3                    | 183 (22,8 %)         |



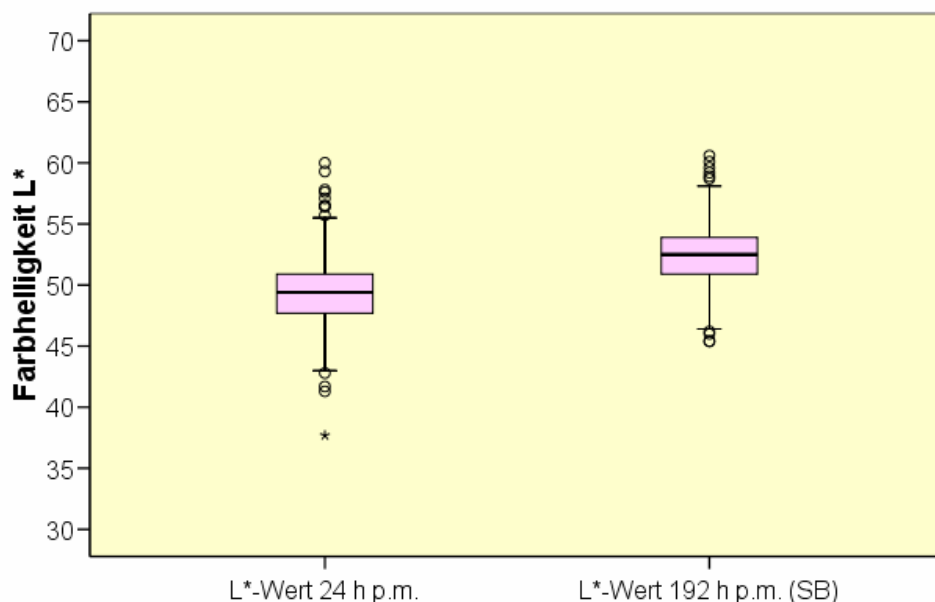
**Abbildung 50: Gegenüberstellung der Py-Werte 24 h p. m. und der Tropfsaftverluste 24-192 h p. m. (SB-Verpackung), nach Gruppen geordnet**

In der Abbildung 51 sind die Gruppenzuordnungen, bezogen auf die genetische Konstruktion, dargestellt. Auffallend ist der niedrige prozentuale Anteil der Gruppe 1 bei der genetischen Konstruktion Du x DE/DL. In Anbetracht der geringen Tierzahl bei dieser Kreuzung ( $n = 24$ ) stellen die in der Abbildung genannten Werte sicherlich keinen repräsentativen Querschnitt dar.



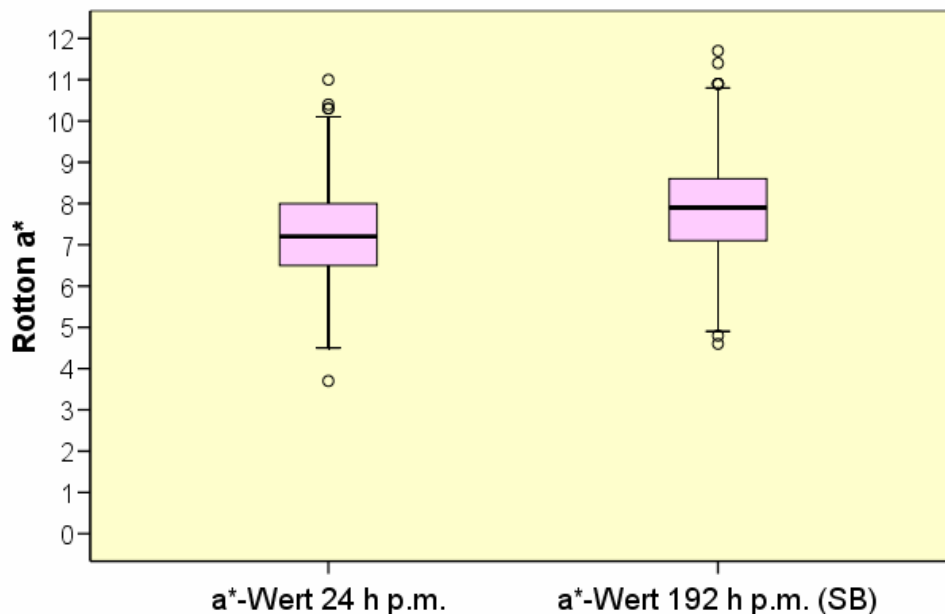
**Abbildung 51: Prozentualer Anteil der Gruppen, bezogen auf die genetische Konstruktion**

Die postmortalen Veränderungen in den Farbwerten  $L^*$  (Farbhelligkeit) und  $a^*$  (Rotton) von 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) sind in den Abbildungen 52 und 53 in Form von Boxplot-Diagrammen festgehalten. Der Farbhelligkeitswert  $L^*$  steigt in diesem Zeitraum im Mittel von 49,3 auf 52,4. Das Fleisch wurde geringfügig heller. Die Korrelation zwischen den Farbhelligkeitswerten, 24 h p. m. und 192 h p. m. gemessen, beträgt 0,77. Beim Rotton  $a^*$  ist ein Anstieg von 7,3 auf 7,9 zu verzeichnen (Korrelation von 0,83). Damit nahm der Rotton ebenfalls geringfügig zu. Visuell wurden keine wesentlichen Veränderungen in der Farbe wahrgenommen.



**Abbildung 52: Farbhelligkeitswert  $L^*$  nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300**





**Abbildung 53: Rotton a\* nach 24 h p. m. und 192 h p. m., gemessen mit dem Farbmessgerät Minolta CR-300**

Die Farbhelligkeit L\* 24 h p. m. korreliert mit dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. mit einem Wert von 0,21 nur sehr gering. In der Abbildung 54 sind die Werte für die Farbhelligkeit und den Tropfsaftverlust in Gruppen eingeteilt:

- hell und wässrig (L\* 24 h p. m. > 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. > 4,0 %)
- hell und trocken (L\* 24 h p. m. > 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. ≤ 4,0 %)
- rot und wässrig (L\* 24 h p. m. ≤ 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. > 4,0 %)
- rot und trocken (L\* 24 h p. m. ≤ 53 und Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. ≤ 4,0 %)

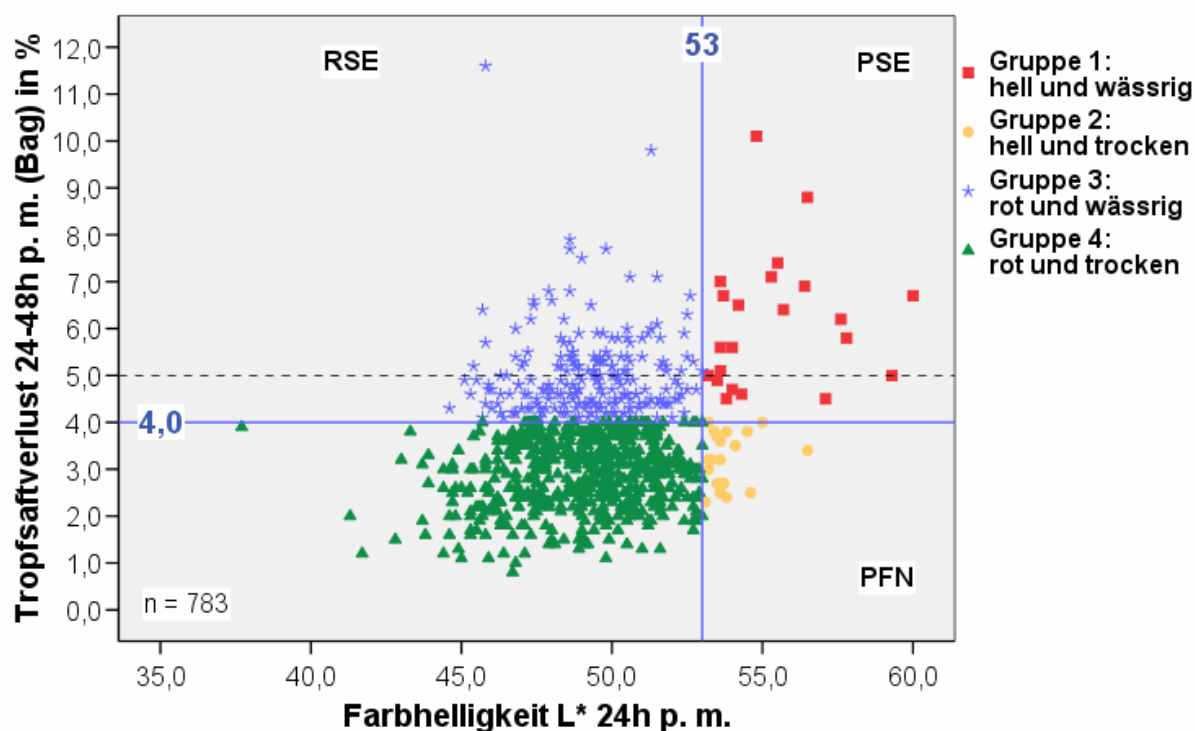
**Tabelle 56: Einteilung der Farbhelligkeitswerte 24 h p. m. in Kombination mit den Tropfsaftverlusten 24-48 h p. m., geordnet nach genetischer Konstruktion**

| L* 24 h p. m./<br>DV 24-48 h p. m. Bag | genetische Konstruktion |                      |                      |                      |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|  | Pi x DL<br>Anzahl       | Pi x DE/DL<br>Anzahl | Du x DE/DL<br>Anzahl | alle Tiere<br>Anzahl |
| <b>Gruppe 1:</b><br>hell und wässrig   | -                       | 22                   | -                    | 22 (2,8 %)           |
| <b>Gruppe 2:</b><br>hell und trocken   | 1                       | 18                   | 1                    | 20 (2,6 %)           |
| <b>Gruppe 3:</b><br>rot und wässrig    | 7                       | 202                  | 11                   | 220 (28,1 %)         |
| <b>Gruppe 4:</b><br>rot und trocken    | 14                      | 495                  | 12                   | 521 (66,5 %)         |

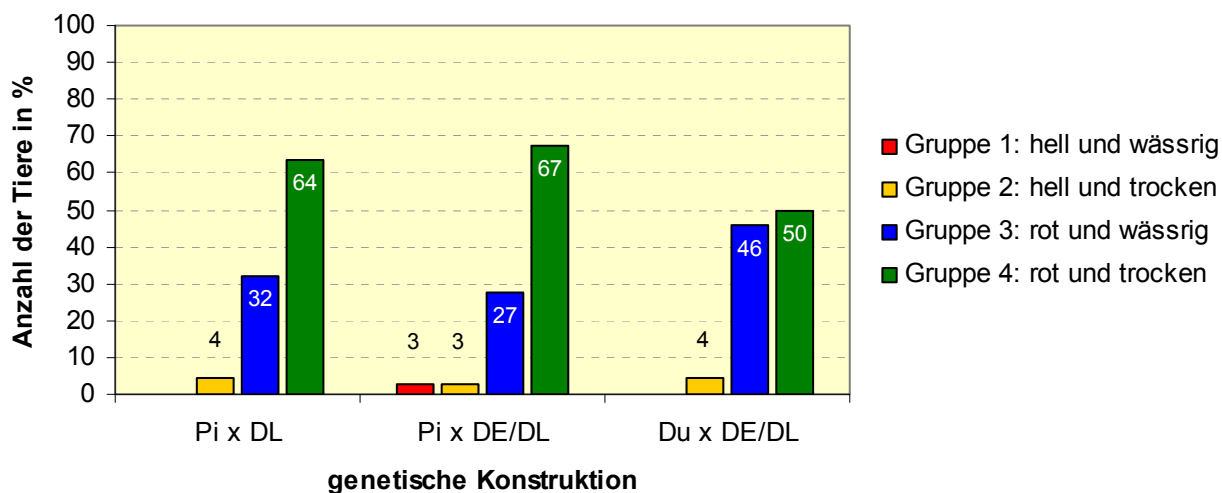
22 Tiere (= 2,8 %) wurden der für PSE-Fleisch charakteristischen Gruppe 1 zugeordnet (Tabelle 56). Die Gruppe 4, die für gute bis sehr gute Qualität steht, umfasst 521 Tiere (= 66,5 %). Damit wurden insgesamt 69 % der Proben über den L\*-Wert (Grenzwert von 53) hinsichtlich gutem bzw. schlechtem Saffthaltevermögen richtig bewertet. Bei den untypischen Qualitätsabweichungen der Gruppen 2 und 3 handelt es sich um PFN-Fleisch (hell und trocken) sowie RSE-Fleisch (rot und wässrig). Der Anteil der Proben mit PFN-Fleisch hat mit 2,6 % nahezu keine Bedeutung. Mit einem Anteil von 28 % ist das RSE-Fleisch, das aufgrund des verstärkten Saftaustritts zu wirtschaftlichen Einbußen führen kann, relativ stark vertreten.

KIRCHHEIM et al. (2001) fanden bei Untersuchungen an 724 Schweineschlachtkörpern verschiedener genetischer Herkunft ebenfalls einen sehr hohen Anteil an RSE-Fleisch (38 %). Fleisch mit PSE-Status wurde 8,4 % der Proben zugewiesen. PFN-

Status konnte 5,7 % der Proben zugeordnet werden. In dieser Studie wurden zur Einstufung der Qualitätsmängel folgende Grenzwerte angesetzt: L\*-Wert von 56 und Tropfsaftverlust von 5,0 %. Der hohe Anteil an RSE-Fleisch ist in Anbetracht des hohen L\*-Grenzwertes von 56 nachvollziehbar. Mit einer Erhöhung des L\*-Grenzwertes von 53 auf 56 werden Proben mit schwächer ausgeprägtem PSE-Charakter in die RSE-Gruppe eingeordnet. Die Abbildung 55 enthält die Gruppenzuordnungen, bezogen auf die genetische Konstruktion.



**Abbildung 54: Gegenüberstellung der Farbhelligkeitswerte L\* 24 h p. m. und der Tropfsaftverluste (Bag-Methode) 24-48 h p. m.**



**Abbildung 55: Prozentualer Anteil der Gruppen (DV 24-48 h p. m. Bag/L\*-Wert 24 h p. m.), bezogen auf die genetische Konstruktion**

In welchem Umfang der Py-Wert 24 h p. m. die oben genannten Fleischqualitätsmängel korrekt erfasst, ist aus der der Tabelle 57 zu entnehmen. Die in die Gruppe PSE-Fleisch eingestuft Proben mit einem Tropfsaftverlust von > 4,0 % und einem Farbhelligkeitswert L\* von > 53 wurden bei einem Grenzwert 45 zu 90,9 % korrekt diagnostiziert. Beim Fleisch mit guter

Qualität liegt der Anteil bei 82,5 %. Beim PFN-Fleisch mit ebenfalls niedrigem Tropfsaftverlust wurden alle Proben korrekt erfasst. Im Gegensatz dazu erscheint eine RSE-Diagnostik schwieriger zu sein. Lediglich bei 64,5 % der Proben konnte der niedrige Py-Wert einem hohen Tropfsaftverlust zugeordnet werden. Ein Absenken des Py-Grenzwertes < 30 (Tabelle 57) führt zu einer Verschiebung der Werte. Der Anteil der korrekt beurteilten Proben mit Qualitätsmangel PSE und RSE sinkt, wohingegen der Anteil guter Qualität steigt. Mit diesem Grenzwert 30 werden Proben mit gering ausgeprägtem PSE bzw. RSE-Charakter als gute Qualität beurteilt. Aus diesem Grund haben SCHÖBERLEIN et al. (1999) hinsichtlich des Py-Wertes einen Bereich für geringfügige Fleischqualitätsmängel (Py-Wert von 30 bis 50) vorgeschlagen.

**Tabelle 57: Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der Bag-Fleischscheibe (DV 24-48 h p. m.) durch den Py-Wert**

| Bag-Fleischscheibe                  | Qualitätseinstufungen |        |       |               |
|-------------------------------------|-----------------------|--------|-------|---------------|
|                                     | PSE                   | RSE    | PFN   | gute Qualität |
| Anzahl der Proben ( <i>n</i> = 783) | 22                    | 220    | 20    | 521           |
| Py-Wert 24 h p. m.                  |                       |        |       |               |
| - bei einem Grenzwert > 45          | 90,9 %                | 64,5 % | 100 % | 82,5 %        |
| - bei einem Grenzwert > 30          | 81,8 %                | 32,7 % | 100 % | 96,0 %        |

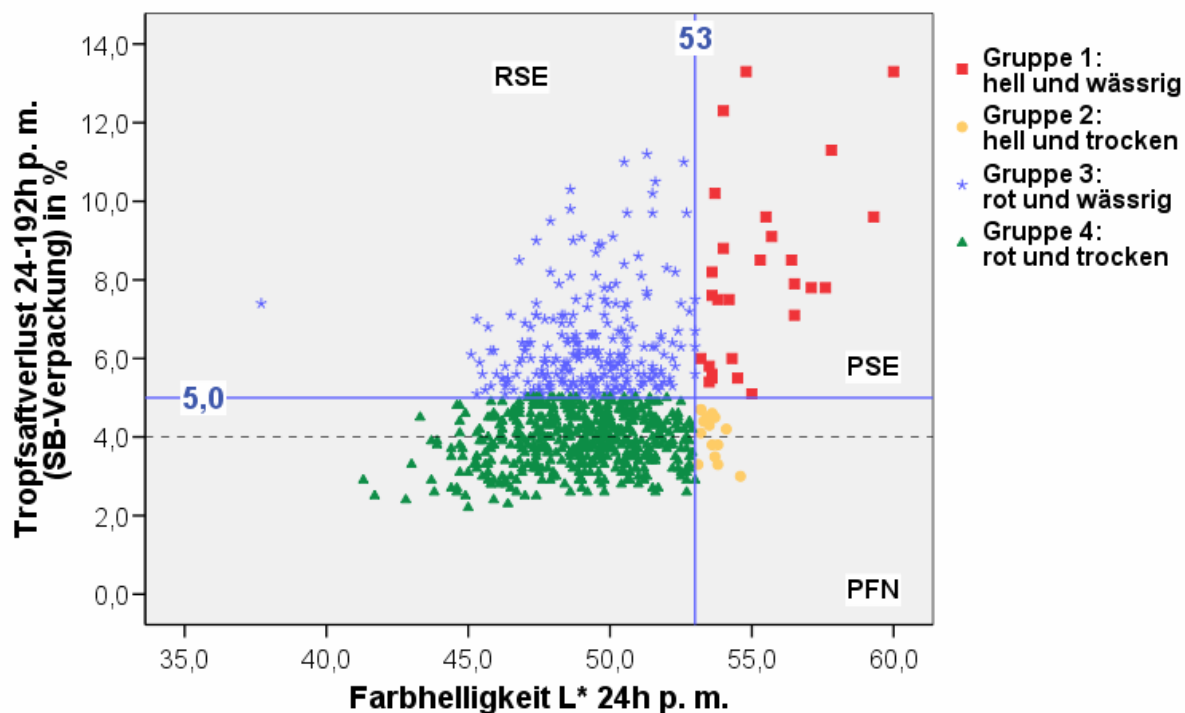
Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass eine Qualitätseinstufung über den Py-Wert, nach 24 h p. m. gemessen, möglich ist. Mit dem Py-Grenzwert von 45 wurden, über alle Gruppen gesehen, insgesamt 78,2 % der Proben hinsichtlich der über die Farbhelligkeit und den Tropfsaftverlust definierten Qualitätseinstufungen (PSE, RSE, PFN und gute Qualität) korrekt beurteilt. Weil zwischen dem Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag) und dem Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. (SB-Verpackung) eine Korrelation von 0,77 besteht, sollte über den Py-Wert ebenfalls eine gute Vorhersage der Qualität der SB-verpackten Fleischscheibe realisierbar sein.

Wie bereits oben beschrieben, wurde für den Tropfsaftverlust der SB-Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung ein Grenzwert von 5,0 % festgelegt. Demzufolge sind die vier Gruppen wie folgt definiert:

- hell und wässrig (L\* 24 h p. m. > 53 und Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. SB > 5,0 %)
- hell und trocken (L\* 24 h p. m. > 53 und Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. SB ≤ 5,0 %)
- rot und wässrig (L\* 24 h p. m. ≤ 53 und Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. SB > 5,0 %)
- rot und trocken (L\* 24 h p. m. ≤ 53 und Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. SB ≤ 5,0 %)

In der Abbildung 56 sind die Gruppeneinteilungen dargestellt. Die Tabelle 58 enthält die Auswertung der Gruppeneinteilung für alle Proben sowie für die genetischen Konstruktionen. 27 Proben (ca. 4 %) besitzen mehr oder weniger PSE-Charakter. Der Gruppe 4 mit guter Qualität wurden 496 Proben (63 %) zugeordnet. Die untypischen Qualitätsmängel RSE und PFN sind mit 33 % in einem beachtenswerten Maße vertreten. Dabei spielt das PFN-Fleisch wiederum eine untergeordnete Rolle (2 %). Insgesamt wurden 67 % der Proben über den Farbhelligkeitswert L\* hinsichtlich gutem und schlechtem Saffthaltevermögen (gute Qualität und PSE) korrekt bewertet. Die prozentuale Verteilung der Gruppen ähnelt in etwa der Verteilung beim Tropfsaftverlust 24-48 h p. m.

In der Abbildung 57 sind die Gruppenzuordnungen, bezogen auf die genetische Konstruktion, dargestellt. Wie viel Prozent der Proben in den vier, über die Farbhelligkeit und den Tropfsaftverlust definierten Qualitätseinstufungen mit dem Py-Wert 24 h p. m. korrekt erfasst werden, ist aus der Tabelle 59 zu entnehmen. Bei einem Py-Wert von 45 wurden 85 % der in die Gruppe mit guter Fleischqualität eingeordneten Proben richtig beurteilt. In der PSE-Gruppe sind es 74 %. Erwartungsgemäß hatten alle der PFN-Gruppe zugeordneten Proben hohe Py-Werte. Lediglich die Erkennung des RSE-Fleisches gestaltet sich schwieriger. Hier wurden über die Py-Messung nur ca. 65 % der Proben als Fleisch mit schlechtem Saffthaltevermögen identifiziert. Mit dem Py-Grenzwert > 45 wurden, über alle Gruppen gesehen, insgesamt 78,4 % der Proben hinsichtlich des Tropfsaftverlustes der SB-Fleischscheibe nach siebentägiger Lagerung korrekt bewertet. Bei einem Grenzwert < 30 verschieben sich die Anteile der korrekten Beurteilung zugunsten der guten Qualität.



**Abbildung 56:** Gegenüberstellung der Farbhelligkeitswerte L\* 24 h p. m. und der Tropfsaftverluste (SB-Verpackung) 24-192 h p. m.

**Tabelle 58:** Einteilung des Farbhelligkeitswerts 24 h p. m. in Kombination mit dem Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. (SB-Verpackung), geordnet nach genetischer Konstruktion

| L* 24 h p. m./<br>DV 24-192 h p. m. (SB) | genetische Konstruktion |                      |                      |                      |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|  | Pi x DL<br>Anzahl       | Pi x DE/DL<br>Anzahl | Du x DE/DL<br>Anzahl | alle Tiere<br>Anzahl |
| <b>Gruppe 1:</b><br>hell und wässrig     | -                       | 26                   | 1                    | 27 (3,5 %)           |
| <b>Gruppe 2:</b><br>hell und trocken     | 1                       | 14                   | -                    | 15 (1,9 %)           |
| <b>Gruppe 3:</b><br>rot und wässrig      | 3                       | 230                  | 12                   | 245 (31,3 %)         |
| <b>Gruppe 4:</b><br>rot und trocken      | 18                      | 467                  | 11                   | 496 (63,3 %)         |

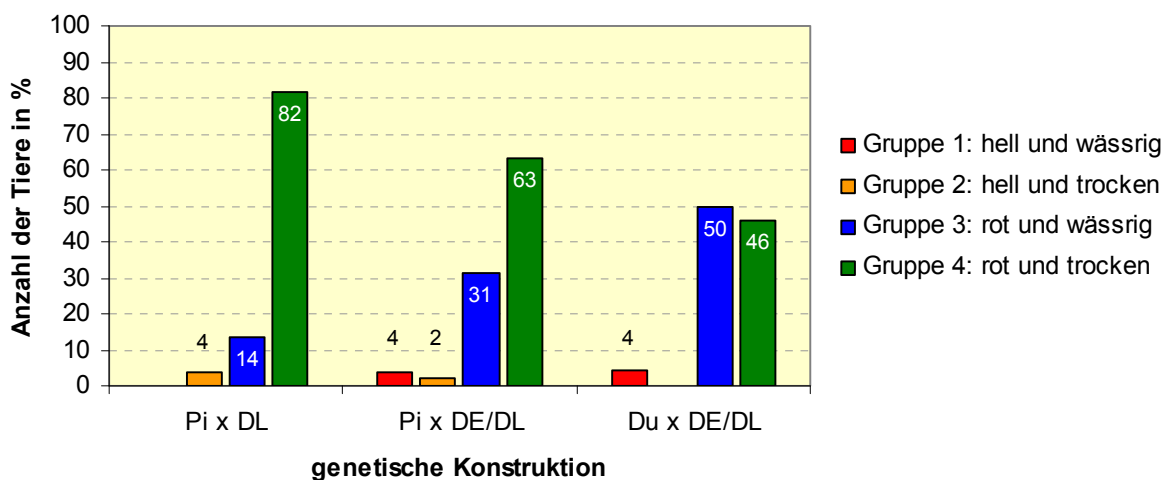


Abbildung 57: Prozentualer Anteil der Gruppen (DV 24-192 h p.m. SB/L\*-Wert 24 h p. m.), bezogen auf die genetische Konstruktion

Tabelle 59: Prozentualer Anteil der korrekten Qualitätseinstufung der SB-Fleischscheibe durch den Py-Wert

| SB-Fleischscheibe                   | Qualitätseinstufungen |        |       |               |
|-------------------------------------|-----------------------|--------|-------|---------------|
|                                     | PSE                   | RSE    | PFN   | gute Qualität |
| Anzahl der Proben ( <i>n</i> = 783) | 27                    | 245    | 15    | 496           |
| Py-Wert 24 h p. m.                  |                       |        |       |               |
| - bei einem Grenzwert > 45          | 74,1 %                | 64,5 % | 100 % | 84,9 %        |
| - bei einem Grenzwert < 30          | 66,7 %                | 31,8 % | 100 % | 97,0 %        |

Eine Senkung des Py-Grenzwertes auf 30 ist aus Sicht der Autoren nicht angebracht. Es sei denn, dass man, wie oben beschrieben, einen zusätzlichen Bereich für Fleisch mit geringfügigen Fleischqualitätsmängeln (Py-Wert von 30 bis 50) zwischen dem PSE-Fleisch und Fleisch guter Qualität definiert. Bei einer Aufspaltung der Grenzwerte nach SCHÖBERLEIN et al. (1999) für den Py-Wert in drei Bereiche

|                 |  |
|-----------------|--|
| ■ Py-Wert < 30  | PSE-Fleisch,                                   |
| ■ Py-Wert 30-50 | Fleisch mit geringfügigen Qualitätsmängeln und |
| ■ Py-Wert > 50  | Fleisch guter Qualität                         |

ergibt sich die in der Tabelle 60 stehende Zuordnung der Proben.

Tabelle 60: Einteilung der Py-Werte 24 h p. m. nach SCHÖBERLEIN et al. (1999) mit Berücksichtigung der Tropfsaftverluste 24-192 h p. m. (SB-Verpackung)

| Py-Wert 24 h p. m.                     | < 30<br>PSE-Fleisch     |              |              | 30-50<br>Fleisch mit geringfügigem Qualitätsmangel |              |               | > 50<br>Fleisch guter Qualität |               |              |
|--|-------------------------|--------------|--------------|--|--------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------|
|  | Anzahl<br>115<br>14,3 % |              |              | 218<br>27,2 %                                      |              |               | 469<br>58,5 %                  |               |              |
| Tropfsaftverlust SB 24-192 h p. m. [%] | ≤ 4,0                   | > 4,0-5,0    | > 5,0        | ≤ 4,0  | > 4,0-5,0    | > 5,0         | ≤ 4,0                          | > 4,0-5,0     | > 5,0        |
| Anzahl                                 | 2<br>1,7 %              | 14<br>12,2 % | 99<br>86,1 % | 38<br>17,4 %                                       | 72<br>33,0 % | 108<br>49,5 % | 246<br>52,5 %                  | 147<br>31,3 % | 76<br>16,2 % |

Von den Proben mit einem Py-Wert von > 50 wiesen ca. 84 % einen Tropfsaftverlust der SB-verpackten Fleischscheibe von ≤ 5,0 % auf. In der Gruppe mit Py-Werten von 30 bis 50 zeigten 50 % der Proben Tropfsaftverluste von ≤ 5,0 %. Im Vergleich dazu lagen 14 % der Proben mit Py-Werten von kleiner 30 in diesem Bereich.

Die Tabelle 61 enthält die Korrelationen zwischen den Qualitätsparametern mit Ausnahme der Tropfsaftverluste. Die Farbwerte L\* 24 h p. m. und 192 h p. m. sowie a\* 24 h p. m. und 192 h p. m. korrelieren erwartungsgemäß gut miteinander. Alle anderen in der Tabelle stehenden Korrelationen sind sehr niedrig. Weil die Korrelationen zwischen den Qualitätsparametern in hohem Maße von der Variationsbreite/Streuung der Einzelwerte abhängt, ist die Aussagekraft der in Tabelle 61 stehenden Werte eingeschränkt. In der Tabelle 62 sind die Untersuchungsergebnisse der Fleischqualitätsparameter, bezogen auf die genetische Konstruktion, zusammengefasst.

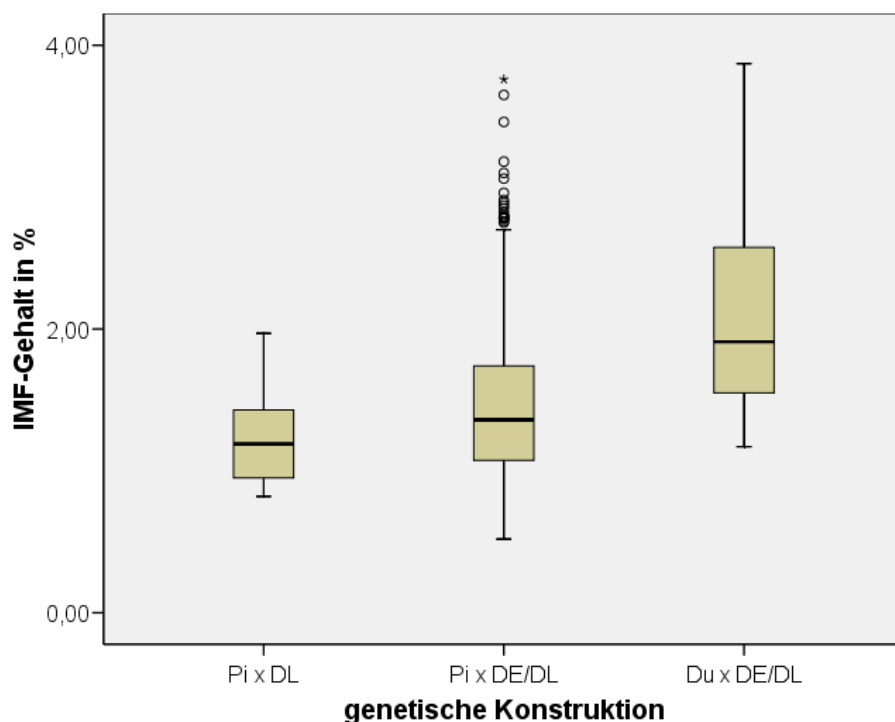
**Tabelle 61: Korrelationen zwischen den verschiedenen Fleischqualitätsparametern**

|                          | Py-Wert<br>24 h p. m. | pH-Wert<br>24 h p. m. | L*-Wert<br>24 h p. m. | a*-Wert<br>24 h p. m. | IMF-<br>Gehalt<br>% | L*-Wert<br>192 h p. m.<br>(SB) | a*-Wert<br>192 h p. m.<br>(SB) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Py-Wert 24 h p. m.       |                       | -0,05                 | 0,01                  | -0,27                 | 0,08                | -0,02                          | -0,33                          |
| pH-Wert 24 h p. m.       | -0,05                 |                       | -0,42                 | 0,04                  | -0,03               | -0,38                          | 0,06                           |
| L*-Wert 24 h p. m.       | 0,01                  | -0,42                 |                       | -0,22                 | 0,20                | <b>0,77</b>                    | -0,21                          |
| a*-Wert 24 h p. m.       | -0,27                 | 0,04                  | -0,22                 |                       | 0,12                | -0,28                          | <b>0,83</b>                    |
| IMF-Gehalt in %          | 0,08                  | -0,03                 | 0,20                  | 0,12                  |                     | 0,22                           | 0,16                           |
| L*-Wert 192 h p. m. (SB) | -0,02                 | -0,38                 | <b>0,77</b>           | -0,28                 | 0,22                |                                | -0,30                          |
| a*-Wert 192 h p. m. (SB) | -0,33                 | 0,06                  | -0,21                 | <b>0,83</b>           | 0,16                | -0,30                          |                                |

**Tabelle 62: Ausgewählte Parameter der Fleischbeschaffenheit, gegliedert nach genetischer Konstruktion**

|                          | genetische Konstruktion |                 |      |            |                 |      |            |                 |      |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|------|------------|-----------------|------|------------|-----------------|------|
|                          | Pi x DL                 |                 |      | Pi x DE/DL |                 |      | Du x DE/DL |                 |      |
|                          | Anzahl                  | Mittel-<br>wert | s    | Anzahl     | Mittel-<br>wert | s    | Anzahl     | Mittel-<br>wert | s    |
| pH-Wert 24 h p. m.       | 22                      | <b>5,5</b>      | 0,1  | 756        | <b>5,5</b>      | 0,1  | 24         | <b>5,5</b>      | 0,1  |
| Py-Wert 24 h p. m.       | 22                      | <b>50</b>       | 14   | 756        | <b>50</b>       | 17   | 24         | <b>52</b>       | 12   |
| DV 24-48 h p. m. (BAG)   | 22                      | <b>3,5</b>      | 1,4  | 756        | <b>3,6</b>      | 1,3  | 24         | <b>3,9</b>      | 1,1  |
| L*-Wert 24 h p. m.       | 22                      | <b>48,0</b>     | 2,8  | 737        | <b>49,4</b>     | 2,5  | 24         | <b>49,8</b>     | 2,5  |
| a*-Wert 24 h p. m.       | 22                      | <b>7,0</b>      | 1,0  | 737        | <b>7,3</b>      | 1,1  | 24         | <b>7,3</b>      | 0,8  |
| b*-Wert 24 h p. m.       | 22                      | <b>0,8</b>      | 1,0  | 737        | <b>1,5</b>      | 0,9  | 24         | <b>1,9</b>      | 0,9  |
| IMF-Gehalt in %          | 22                      | <b>1,20</b>     | 0,29 | 756        | <b>1,45</b>     | 0,52 | 24         | <b>2,13</b>     | 0,77 |
| DV 24-192 h p. m. (BAG)  | 22                      | <b>10,0</b>     | 1,6  | 756        | <b>10,5</b>     | 1,6  | 24         | <b>11,1</b>     | 1,2  |
| DV 24-192 h p. m. (SB)   | 22                      | <b>4,1</b>      | 1,0  | 756        | <b>4,8</b>      | 1,6  | 24         | <b>5,5</b>      | 1,7  |
| L*-Wert 192 h p. m. (SB) | 22                      | <b>50,4</b>     | 2,0  | 756        | <b>52,5</b>     | 2,3  | 24         | <b>52,5</b>     | 1,9  |
| a*-Wert 192 h p. m. (SB) | 22                      | <b>7,6</b>      | 0,9  | 756        | <b>7,9</b>      | 1,1  | 24         | <b>7,9</b>      | 0,7  |
| b*-Wert 192 h p. m. (SB) | 22                      | <b>4,8</b>      | 1,0  | 756        | <b>5,5</b>      | 1,1  | 24         | <b>6,0</b>      | 0,6  |

Trotz deutlich unterschiedlicher Tierzahlen bei den verschiedenen genetischen Konstruktionen sei darauf hingewiesen, dass erwartungsgemäß die Tiere der genetischen Konstruktion Du x DE/DL mit 2,1 % den höchsten intramuskulären Fettgehalt (IMF-Gehalt) besitzen (Tabelle 62). In Abbildung 58 sind die Messwertreihen der verschiedenen Kreuzungen in Form von Boxplots dargestellt. Die Mittelwerte der Kreuzungen unterscheiden sich mit  $p < 0,05$  signifikant (T-, Kolmogorov-Smirnov- und Mann-Whitney-Test).



**Abbildung 58: Intramuskuläre Fettgehalte, bezogen auf die genetische Konstruktion**

Die durchschnittlichen IMF-Gehalte unterscheiden sich zwischen den kastrierten männlichen und weiblichen Tieren mit  $p < 0,05$  (T-, Kolmogorov-Smirnov- und Mann-Whitney-Test) signifikant. Mit 1,65 % wurde bei den männlichen Kastraten im Vergleich zu den weiblichen Tieren ein um 0,35 % höherer IMF-Gehalt ermittelt (Tabelle 63).

**Tabelle 63: Intramuskuläre Fettgehalte, bezogen auf das Geschlecht**

| IMF-Gehalt [%]<br>Geschlecht | Anzahl | Mittelwert  | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|------------------------------|--------|-------------|---------|---------|--------------------|
| <b>weibliche Tiere</b>       | 439    | <b>1,30</b> | 0,54    | 3,87    | 0,45               |
| <b>männliche Kastrate</b>    | 363    | <b>1,65</b> | 0,52    | 3,87    | 0,56               |

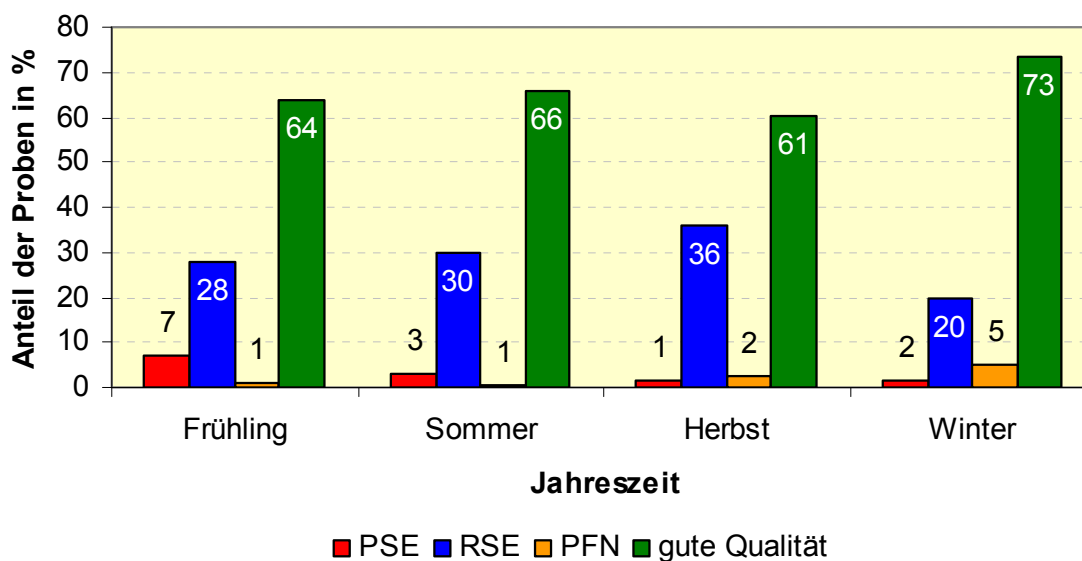
Die unterschiedlichen intramuskulären Fettgehalte der beiden Geschlechtsformen spiegeln sich auch in der Schlachtkörperzusammensetzung wider. Die männlichen Kastrate besitzen im Vergleich zu den weiblichen Tieren ein höheres Speckmaß und dementsprechend ein kleineres Fleischmaß (siehe Tabelle 9).

Der Einfluss der Jahreszeit auf ausgewählte Qualitätsparameter wird aus der Tabelle 64 ersichtlich. Bei allen Parametern zeigten die im Winter geschlachteten Tiere gegenüber den anderen Jahreszeiten signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Für die Mittelwertvergleiche kam der Scheffé-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 zur Anwendung. Auffallend ist die deutliche Differenz der Mittelwerte beim Py-Wert. Sie schwankten zwischen 47 und 55. Im Winter wurden die höheren Py-Werte gemessen. In der Abbildung 59 sind die unterschiedlichen Qualitätseinstufungen (PSE, RSE, PFN und gute Qualität), wie sie in Tabelle 58 definiert sind, in Abhängigkeit von der Jahreszeit dargestellt. Es fällt auf, dass der Anteil guter Qualität im Winter mit 73 % am höchsten ist. Wird der Anteil an PFN-Proben (Tropfsaftverluste ebenfalls  $\leq 5,0$  %) dazugerechnet, kommt man auf 78 % der Proben, bei denen Tropfsaftverluste von  $\leq 5,0$  ermittelt wurden. Der Anteil der Proben mit Tropfsaftverlusten  $> 5,0$  % (SB-Verpackung) liegt im Winter bei 22 % (Summe aus PSE und RSE). Bei der Zuordnung der Proben aus den Jahreszeiten Frühling, Sommer und Herbst ist eine Verschiebung zur schlechten Qualität zu beobachten. So liegt in diesen Jahreszeiten die Summe der PSE- und RSE-Proben zwischen 33 % und 37 %.

**Tabelle 64: Beschreibende Statistik ausgewählter Fleischqualitätsparameter, bezogen auf die Jahreszeit**

| Qualitätsparameter                 | Jahreszeit | Anzahl | Mittelwert        | Minimum | Maximum | Standardabweichung |
|------------------------------------|------------|--------|-------------------|---------|---------|--------------------|
| IMF [%]                            | Frühling   | 130    | 1,36 <sup>b</sup> | 0,52    | 2,82    | 0,49               |
|                                    | Sommer     | 214    | 1,38 <sup>b</sup> | 0,54    | 3,46    | 0,48               |
|                                    | Herbst     | 218    | 1,50              | 0,55    | 3,87    | 0,50               |
|                                    | Winter     | 240    | 1,54 <sup>a</sup> | 0,59    | 3,87    | 0,61               |
| DV 24-48h p. m. [%]                | Frühling   | 130    | 3,7               | 1,0     | 11,6    | 1,4                |
|                                    | Sommer     | 214    | 3,5               | 0,8     | 10,1    | 1,4                |
|                                    | Herbst     | 218    | 3,8 <sup>b</sup>  | 1,4     | 9,8     | 1,4                |
|                                    | Winter     | 240    | 3,3 <sup>a</sup>  | 1,1     | 7,1     | 1,2                |
| DV 24-192h p. m. Bag-Methode [%]   | Frühling   | 130    | 10,4              | 6,1     | 18,6    | 1,7                |
|                                    | Sommer     | 214    | 10,6              | 5,7     | 16,9    | 1,6                |
|                                    | Herbst     | 218    | 10,8 <sup>b</sup> | 6,4     | 20,5    | 1,6                |
|                                    | Winter     | 240    | 10,3 <sup>a</sup> | 6,5     | 14,5    | 1,5                |
| DV 24-192h p. m. SB-Verpackung [%] | Frühling   | 130    | 5,0 <sup>b</sup>  | 2,5     | 13,3    | 1,8                |
|                                    | Sommer     | 214    | 4,9 <sup>b</sup>  | 2,2     | 13,3    | 1,7                |
|                                    | Herbst     | 218    | 5,1 <sup>b</sup>  | 2,7     | 12,3    | 1,7                |
|                                    | Winter     | 240    | 4,4 <sup>a</sup>  | 2,3     | 10,2    | 1,4                |
| Py-Wert 24 h p. m.                 | Frühling   | 130    | 48 <sup>b</sup>   | 8       | 75      | 18                 |
|                                    | Sommer     | 214    | 47 <sup>b</sup>   | 9       | 72      | 16                 |
|                                    | Herbst     | 218    | 49 <sup>b</sup>   | 6       | 76      | 17                 |
|                                    | Winter     | 240    | 55 <sup>a</sup>   | 7       | 76      | 15                 |
| Farbhelligkeit L* 24 h p. m.       | Frühling   | 130    | 49,5              | 44,6    | 60,0    | 2,9                |
|                                    | Sommer     | 195    | 48,8 <sup>b</sup> | 42,8    | 59,3    | 2,5                |
|                                    | Herbst     | 218    | 49,5              | 44,4    | 56,4    | 1,9                |
|                                    | Winter     | 240    | 49,6 <sup>a</sup> | 37,7    | 56,5    | 2,6                |

Unterschiedliche Buchstaben (a, b) gekennzeichnete Mittelwerte unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ).



**Abbildung 59: Zuordnung der Proben in die in Tabelle 58 beschriebenen Qualitätsgruppen, bezogen auf die Jahreszeit**



In der Tabelle 65 sind die am Schlachthof vorgenommenen Einstufungen in Handelsklassen ausgewählten Qualitätsparametern gegenübergestellt. Entsprechend der Handelsklassenstufen E, U, R, O und P nimmt der mittlere Muskelfleischanteil von 58,1 % in der Klasse E zu 44,2 % in der Klasse O ab. Der Klasse O wurde nur ein Schlachtkörper zugeordnet. Die Klasse P war nicht vertreten. Am Beispiel des Py-Wertes mit dem Grenzwert 30 wird der negative Einfluss eines hohen Muskelfleischanteils auf die Fleischqualität sichtbar. Innerhalb der Klassen E bis R sinkt der Anteil von Proben mit PSE-Eigenschaften ( $Py < 30$ ) von 15,7 % auf 9,1 %. Beim Tropfsaftverlust 24 h p. m. nimmt der Anteil an Proben mit hohen Tropfsaftverlusten ( $> 4,0$  %) ebenfalls ab.

**Tabelle 65: Gegenüberstellung der Schlachtkörperklassifizierung mit Qualitätsparametern unter Berücksichtigung bestimmter Grenzwerte**

|   | Anzahl der Tiere | Muskelfleischanteil (FOM) | Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag)<br><br><b>&gt; 4,0 %</b> | Tropfsaftverlust 24-192 h p. m. (SB-Verpackung)<br><br><b>&gt; 5,0 %</b> | Py-Wert 24-48 h p. m.<br><br><b>≤ 45</b> | Py-Wert 24-48 h p. m.<br><br><b>&lt; 30</b> |
|---|------------------|---------------------------|---|--|--|---|
| E | 559              | 58,1 %                    | 31,1 %  | 33,5 %   | 32,2 %                                   | 15,7 %                                      |
| U | 220              | 53,1 %                    | 30,5 %  | 40,5 %   | 32,3 %                                   | 11,4 %                                      |
| R | 22               | 48,6 %                    | 22,7 %  | 31,8 %   | 31,8 %                                   | 9,1 %                                       |
| O | 1                | 44,2 %                    |   |  |  |   |
| P | 0                |                           |   |  |  |   |

## 4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Mittelpunkt des FuE-Projektes standen Fragen zur Bestimmung ausgewählter Fleischqualitätsparameter sowie deren Nutzung für die Beurteilung von Schweinefleisch für die SB-Vermarktung. Das Projekt gliederte sich in drei Teilschritte:

Der 1. Teilschritt beschäftigte sich mit methodischen Fragen zur Bestimmung des Safthaltevermögens. Dazu wurden zwei Methoden (Bag-Methode und EZ-Driploss-Methode) zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes, bei denen kein äußerer Zwang auf das Fleisch ausgeübt wird, miteinander verglichen. Der Vergleich der beiden Methoden zeigte, dass

- Arbeits-, Zeit- und Materialaufwand vergleichbar sind,
- aufgrund des Arbeits- und Zeitaufwandes beide Methoden zur Anwendung im Routinebetrieb am Schlachthof ungeeignet erscheinen,
- die Probengröße (Gewicht/Oberfläche) bei der EZ-Driploss-Methode zwar standardisiert ist, aber durch Inhomogenitäten in der Scheibe die beiden Einzelbestimmungen der EZ-Driploss-Methode unterschiedlich beeinflusst werden können,
- die prozentualen Abweichungen zwischen den beiden Proben der EZ-Driploss-Methode größer als die zwischen zwei Scheiben der Bag-Methode sind,
- die Korrelationen zwischen der Bag- und der EZ-Driploss-Methode gut sind und
- zwischen den Tropfsaftverlusten der Bag-Methode und der Impedanz in Form des Py-Wertes 48 h p. m. ( $r = -0,75$  bis  $-0,79$ ), der Leitfähigkeit 24 h p. m. ( $r = 0,56$  bis  $0,66$ ) sowie dem pH-Wert 45 min p. m. ( $r = -0,63$  bis  $-0,72$ ) sehr enge Beziehungen bestehen.

Aufgrund der oben beschriebenen Ergebnisse des Vorversuchs wurde im weiteren Verlauf des Vorhabens die Bag-Methode zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes eingesetzt.

Die Ergebnisse von Vorversuchen mit der Filterpapier-Pressmethode nach GRAU & HAMM, bei der das Fleisch einem mechanischen Zwang unterworfen wird, zeigten, dass

- die Werte der Doppelbestimmung sehr stark streuten,
- die Korrelationen mit den Tropfsaftverlusten der SB-verpackten Fleischscheiben sehr schlecht sind ( $r = -0,28$ ) und deshalb
- eine sichere Differenzierung unterschiedlicher Qualitäten hinsichtlich des Saffthaltevermögens mit dieser Methode nach 24 h p. m. nicht möglich ist.

Eine Vorhersage des Tropfsaftverlustes von SB-verpacktem Fleisch kann über die Filterpapier-Pressmethode nicht zuverlässig getroffen werden. Aus diesem Grund wurde diese Methode im weiteren Verlauf des Vorhabens nicht berücksichtigt.

Die Untersuchungen an 58 Reinzuchttieren der Rasse DL im 2. Teilschritt des FuE-Projektes ergaben mit  $r = 0,8$  eine sehr hohe Korrelation zwischen dem Tropfsaftverlust der Bag-Methode und dem der SB-verpackten Fleischscheibe. Neben den Farbhelligkeitswerten (Minolta CR-300 und Opto-Star) zeigte der pH-Wert 24 h p. m. unerwartet eine gute Korrelation ( $r = -0,60$  bis  $-0,73$ ) zu den Tropfsaftverlusten. Dies ist durch den hohen Anteil an Proben mit DFD-Charakter bzw. DFD-Verdacht (zusammen 12 %) erklärbar. Sowohl mit dem Py-Wert 24 h p. m. als auch dem Leitfähigkeitswert 24 h p. m. wurden fast 90 % der Proben hinsichtlich des Tropfsaftverlustes der SB-verpackten Fleischscheibe nach sieben Tagen Lagerung bei 4 °C korrekt bewertet, vorausgesetzt der Grenzwert für den Tropfsaftverlust wird auf 5,0 % festgelegt. Fleischsaftverluste in der SB-Schale von bis zu 5,0 % bei siebentägiger Lagerung bei 4 °C sollten durchaus noch akzeptabel sein. Der mittlere Tropfsaftverlust der SB-verpackten Fleischscheiben nach einer Lagerung von sieben Tagen lag bei 4,1 %. Untersuchungen der Farbhelligkeit  $L^*$  und des Rottons  $a^*$  der SB-verpackten Fleischscheibe vor und nach der Lagerung ergaben nur geringfügige Änderungen, die visuell kaum wahrnehmbar waren.

Die Auswertung der LPA-Daten von 3.396 Reinzuchttieren in Bezug auf die Fleischqualität, die ebenfalls im 2. Teilschritt des Projektes angesiedelt war, führte zu folgenden Ergebnissen:

Insgesamt waren sechs verschiedene genetische Konstruktionen (DL, DE, SA, Pi, Du und FL) einbezogen. Die Tiere wiesen überwiegend gute bis sehr gute Qualität auf, was sowohl für den genetischen Pool als auch das Management der Schlachteinrichtung spricht, sich aber durch die daraus resultierende geringe Streuung für die vorliegende Auswertungen als unvorteilhaft erwies. Dies äußerte sich darin, dass die Fleischqualitätsparameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Py-Wert und Farbhelligkeit eine geringe bis sehr schwache Korrelation zum Tropfsaftverlust 24-48 h p. m. (Bag-Methode) zeigten. Dennoch sind diese Methoden für die Früherkennung von Fleisch mit geringem bzw. erhöhtem Saffthaltevermögen einsetzbar. Mit der Leitfähigkeit 24 h p. m. und dem Py-Wert 24 h p. m. wurden nahezu 80 % der Proben hinsichtlich ihres Saffthaltevermögens richtig beurteilt, beim pH-Wert 45 min p. m. waren es sogar 87 %. Dagegen ist der Anteil der korrekten Beurteilung der über die Farbhelligkeit und den Tropfsaftverlusten definierten Qualitätseinstufungen PSE und RSE mit diesen Parametern deutlich geringer (10-50 %). Die Kombination von zwei Parametern (pH-Wert und Leitfähigkeit oder pH-Wert und Py-Wert) erhöhte den Anteil der korrekten Beurteilungen nicht.

Bei den Fleischqualitätsparametern bestehen zur Herkunft keine und zur Rasse geringe bis mittlere Zusammenhänge, wenn die Betrachtung ohne MHS-Status über alle Rassen hinweg durchgeführt wird. Es konnte aber nachgewiesen werden, dass der MHS-Genstatus, der nur bei der Rasse Pietrain variierte, einen Einfluss auf die Fleischqualität, insbesondere auf den Tropfsaftverlust, hat. Weiterhin unterliegen einige Qualitätsparameter mehr oder weniger einem Einfluss durch die Jahreszeit. Es zeigte sich auch, dass sich ein extrem hoher Muskelfleischanteil negativ auf die Fleischqualität auswirkt.

Im 3. Teilschritt des Projektes wurden insgesamt 802 Schweine der genetischen Konstruktion  $Pi \times DL$ ,  $Pi \times DE/DL$  und  $Du \times DE/DL$  untersucht. Der mittlere Tropfsaftverlust der SB-verpackten Fleischscheiben nach siebentägiger Lagerung bei 4 °C lag mit 4,8 % deutlich niedriger als bei der Bag-Methode nach sieben Tagen (10,5 %). Dies ist sicherlich der unterschiedlichen Versuchsmethodik (Zuschnitt der Fleischscheiben: mit und ohne Bindegewebe; Art der Lagerung: hängend und liegend) zuzuschreiben. Der Korrelationskoeffizient der Tropfsaftverluste der Bag-Methode 24-48 h p. m. und der SB-Verpackung nach sieben Tagen beträgt 0,77. Auch der Py-Wert 24 h p. m. weist mit rund -0,67 eine gute Korrelation zu den beiden Tropfsaftverlusten auf. Mittels Py-Wert wurden 78 % der Proben hinsichtlich ihres Tropfsaftverlustes sowohl der Bag-Methode 24-48 h p. m. als auch der SB-Verpackung nach siebentägiger Lagerung korrekt beurteilt. Bei der Farbhelligkeit  $L^*$  beträgt der

Anteil richtiger Bewertungen nur 67-69 %. Der Anteil der korrekten Beurteilung der über die Farbhelligkeit und den Tropfsaftverlusten definierten Qualitätseinstufungen (PSE, RSE, PFN und gute Qualität) mit der Impedanzmessung (Py-Wert 24 h p. m.) liegt bei 78 %. Die Kreuzung Du x DE/DL hat mit durchschnittlich 2,1 % den höchsten intramuskulären Fettgehalt.

Ein Einfluss der Jahreszeit konnte bei einigen Qualitätsparametern wie z. B. beim Py-Wert nachgewiesen werden. Ebenfalls in Analogie zum 2. Teilschritt des Projektes zeigten Tiere mit sehr hohem Muskelfleischanteil eine negative Beeinflussung der Fleischqualität.

Abschließend lässt sich feststellen, dass der Tropfsaftverlust von SB-Fleisch mit den Fleischqualitätsparametern pH-Wert, Py-Wert oder Leitfähigkeit die Qualität mit ausreichender Sicherheit vorhergesagt werden kann. Der Zeitpunkt der Messung und die Qualitätsgrenzen haben dabei eine große Bedeutung. Andere Methoden wie die Tropfsaftbestimmung mittels Bag-Methode oder die Farbhelligkeitsmessung sind zwar auch geeignet, erfordern aber eine Probenahme oder mindestens einen Anschnitt des Schlachtkörpers. Dadurch erfährt der Schlachtkörper eine Wertminderung. Andererseits ist die Tropfsaftbestimmung mittels Bag-Methode im Vergleich zu den anderen Schnellmethoden arbeits- und zeitintensiver und deshalb für den Routinebetrieb im Schlachthof nicht geeignet. In der Leistungsprüfung von Schweinen sollte aber der Tropfsaftverlust als ein wichtiger Selektionsparameter Berücksichtigung finden. Der Aufwand ist hier aufgrund der Aussagekraft des Tropfsaftverlustes durchaus vertretbar.

Bei der MHS-Sanierung der Rasse Pietrain sind in den letzten Jahren bereits deutliche Erfolge zu verzeichnen. Dennoch hat diese Problematik nach wie vor eine Bedeutung. Weil der MHS-Genstatus, wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt, einen erheblichen Einfluss auf die Fleischqualität insbesondere auf den Tropfsaftverlust besitzt, sollte weiter an der Sanierung gearbeitet werden.

Weil bei Schweinen mit sehr hohem Muskelfleischanteil vermehrt Fleischqualitätsmängel wie PSE auftreten, würde ein Verzicht auf extrem stark bemuskelte Schweine die Fleischqualität verbessern. Im Übrigen sind tiergerechte und belastungsreduzierende Maßnahmen beim Transport, der zwischenzeitlichen Aufstallung, dem Zutrieb zur Betäubung und der Betäubung selbst eine wichtige Voraussetzung für eine qualitätsorientierte Fleischproduktion.

## 5 Literaturverzeichnis

- ALTMANN, M., KIRCHHEIM, U., SCHÖBERLEIN, L., WÄHNER, M., WICKE, M., FISCHER, K. (2005): PSE-Status bei marktkonformen Schweinen. Fleischwirtschaft 85 (2005), Heft 7, S. 101-104
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006): Schweinezucht und Schweineproduktion, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 7, 2006
- BEUTLING, D. & SEIFERT, G. (2003): Zur Vorhersagesicherheit frühpostmortaler Messwerte für die Entstehung von Fleischqualitätsabweichungen. Fleischwirtschaft 83, Heft 3 (2003), S. 149-152
- CHRISTENSEN, L. B. (2002): Drip loss sampling in porcine m. longissimus dorsi. Meat Science, 63 (4), 469-477
- CMA (1998): CMA-Prüfsiegel „Deutsches Qualitätsfleisch aus kontrollierter Aufzucht“; Prüfsiegel-Programm „Schweinefleisch“; Lastenhefte (Qualitäts- und Prüfbestimmungen), Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH
- FISCHER, K. (2001): Fleischfehler müssen nicht sein – 2. Untypische Qualitätsabweichungen, intramuskuläres Fett und Fettsäuremuster. Fleischwirtschaft 81, Heft 11 (2001), S. 16-21
- HONIKEL, K. O. (1986): Wasserbindungsvermögen von Fleisch. Kulmbacher Reihe Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität, Band 6, 67-88, Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach
- KIRCHHEIM, U., KINAST, C., SCHÖNE, F. (2001): (Früh)postmortale physikalische Messkriterien zur Beurteilung der Fleischbeschaffenheit. Fleischwirtschaft 81, Heft 11 (2001), S. 89-90
- LUTZ, W., BRUNNER, B., STOLLE, A. (1994): Einflussfaktoren bei der Durchführung und Beurteilung der Filterpapierpressmethode nach der VwVFIHG bei Schweineschlachttierkörpern. Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung, 46, Heft 1, 3-6
- OTTO, G., RÖHE, R., LOOFT, H., KALM, E. (2004): SB-Ware: Verarbeiter haben Tropfsaftverluste im Visier. SUS 2/2004, 44-47

- RASMUSSEN, A. J., ANDERSSON, M. (1996): New method for determination of drip loss in pork muscles. Pages 286–287 in 42nd International Congress of Meat Science and Technology, 1.-6. September 1996, Lillehammer, Norway.
- SCHÖBERLEIN, L., SCHARNER, E., HONIKEL, K. O., ALTMANN, M., PLIQUETT, F. (1999): Der Py-Wert als Fleischqualitätsmerkmal. Fleischwirtschaft 79 (1999), Heft 1, S. 116-120
- STEINBERG, M., BERGFELD, U., SCHÖBERLEIN, L. (1998): Untersuchungen zum Einfluss des IMF-Gehaltes auf die physikalisch-technologischen Parameter der Fleischbeschaffenheit und die sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch. Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 6, 1998, S. 57-61
- WENIGER, J. H., STEINHAUF, D., PAHL, G. H. M. (1964): Methoden zur Bestimmung der Fleischbeschaffenheit. 2. Mitteilung: Wasserbindung und Saffthaltevermögen, Fleischwirtschaft 44 (1964), Heft 8, S. 781-783
- WITTMANN, W., GÖTZ, K.-U., LITTMANN, E., SCHUSTER, M., REINHARDT, C., OPPELT, S. (2006): Der Tropfsaftverlust beim Schweinefleisch als neues Selektionsmerkmal. Schriftenreihe der Bayerischen LfL, Heft 20, 2006, 43-50

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-0  
Telefax: + 49 351 2612-1099  
E-Mail: [lfulg@smul.sachsen.de](mailto:lfulg@smul.sachsen.de)  
[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

**Autoren:**

Dr. Carsten Barbe  
LfULG, Abteilung Tierische Erzeugung/Referat Tierhaltung, Fütterung  
Telefon: + 49 34222 46-2202  
Telefax: + 49 34222 46-2099  
E-Mail: [Carsten.Barbe@smul.sachsen.de](mailto:Carsten.Barbe@smul.sachsen.de)  
Dr. Karsten Westphal  
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft  
Geschäftsbereich Labore Landwirtschaft  
Telefon: +49 341 9174-225  
Telefax: +49 341 9174-211  
E-Mail: [Karsten.Westphal@smul.sachsen.de](mailto:Karsten.Westphal@smul.sachsen.de)

**Redaktion:**

Dr. Carsten Barbe  
LfULG, Abteilung Tierische Erzeugung/Referat Tierhaltung, Fütterung

**Redaktionsschluss:**

30.11.2011

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <http://www.smul.sachsen.de/lfulg/6447.htm> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.